STERREKUNDIG INSTITUUT TE UTRECHT

JAARVERSLAG 1978



V E R S L A G   O V E R   H E T   J A A R   1 9 7 8

STERREKUNDIG INSTITUUT

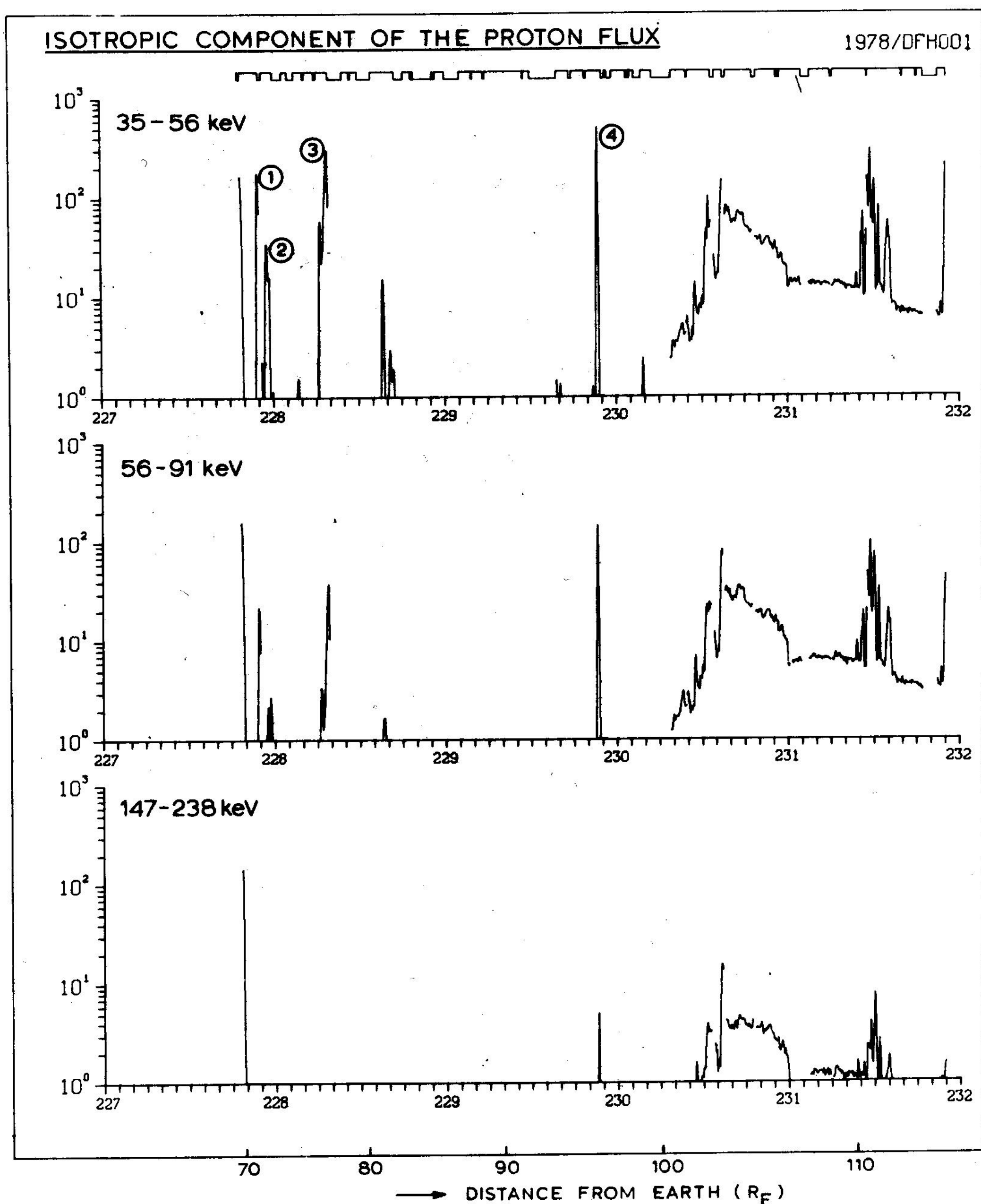
te

UTRECHT

KORRESPONDENTIE-ADRESSEN:

Beneluxlaan 21
3527 HS Utrecht
tel. : 030-937145
telex: 47224 astro nl

Zonnenburg 2
3512 NL Utrecht
tel. : 030-312841



De eerste metingen van protonenfluksen met het instrument S410 in de NASA ruimtesonde International Sun Earth Explorer-C. Uitgezet is de richtings-geintegreerde intensiteit tegen de tijd in dagen voor drie van de acht energiekanalen. De pieken 1 t/m 4 zijn typische magnetosfeeruitbarstingen, waarschijnlijk te danken aan een tijdelijke magneetveldlijnverbindingen met de aardse boegschok. De gebeurtenis die op dag 230 (18 augustus) start bestaat uit stromen afkomstig van de Zon met af en toe de korter durende aardse magnetosfeerstromen eraan toegevoegd.

JAARVERSLAG 1978 VAN HET

STERREKUNDIG INSTITUUT TE UTRECHT

INHOUD:

1. INLEIDING; HOOGTEPUNTEN UIT 1978

'Sterrekundig Instituut te Utrecht' is de naam die gevonden werd voor het niet-formele samenwerkingsverband tussen twee in feite onafhankelijke instellingen: de Sterrewacht van de Rijks Universiteit te Utrecht en het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek van de Commissie voor Geofysica en Ruimte-Onderzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. De wetenschappelijke programma's van deze twee instellingen zijn nauw aan elkaar aangepast en in vele opzichten wordt ook door de onderzoekers nauw samengewerkt. Dit zou alles nog veel beter, en aanzienlijk doelmatiger kunnen wanneer de beide wetenschappelijke instellingen niet een viertal kilometers van elkaar verwijderd zouden zijn maar, zoals dat vóór 1965 het geval was in één gebouw verenigd zouden zijn. Reeds lang wordt er naar gestreefd het gehele sterrekundige onderzoek te Utrecht in één nieuw gebouw in de Uithof onder te brengen. Reeds lang wordt ook gesproken over de uitvoering van dit plan en reeds vele malen hebben architekten en anderen zich gebogen over schetstekeningen van het nieuwe Sterrekundige Instituut. Tot grote teleurstelling lijkt de verwezenlijking van dit ideaal nog ver verwijderd. Zolang moeten de Utrechtse sterrekundigen zich blijven behelpen met een volslagen ongeschikte behuizing in verouderde, respektievelijk niet tot dit doel opgezette gebouwen.

Het wetenschappelijk onderzoek van het Instituut richt zich op het begrijpen van de natuurkundige eigenschappen en de ontwikkelingsgang van Zon en sterren. Steeds is daarbij de leidraad geweest dat datgene wat de Zon, een zo nabije ster, ons in detail kan leren van nut kan zijn voor het beter begrijpen van de zover verwijderde sterren, die zich slechts als een minuskuul lichtpuntje aan ons voordoen. Een andere leidraad bij het werk is dat steeds gestreefd wordt naar het zoeken van de natuurkundige fundamenten van de astrofysische verschijnselen waardoor een nauwe samenwerking met de natuurkunde steeds van groot belang is. Tenslotte richt het werk

zich op dit ogenblik in het bijzonder op onstabiele en sterk verhitte plasma's zoals men die aantreft in, vaak zeer ijle gasmassa's die vóórkomen in de onmiddellijke omgeving van sterren, en in verhitte gasvormige omhullingen, en op het verschijnsel van de zonnevlam: zeer eruptieve verschijnselen op de Zon waarbij veel energie vrijkomt. Verschijnselen, die vergelijkbaar zijn met de zonnevlammen worden ook in de kosmische ruimte waargenomen, vooral met behulp van instrumenten gevoelig voor röntgenstraling.

Het onderzoek van sterren.

Opnieuw kunnen suksesvolle lanceringen gemeld worden van het ballon instrument BUSS (Balloon-borne Ultraviolet Stellar Spectrometer) een sterspektrograaf van hoog scheidend vermogen die reeds in 1976 tweemaal met sukses werd gelanceerd. Ook in het jaar 1978 vonden twee suksesvolle lanceringen plaats, ditmaal in samenwerking met astrofysici van Houston Baptist College, de Vrije Universiteit van Brussel en de Université de Mons. Bij deze vluchten werden 24 sterren waargenomen, waaronder vier nauwe dubbelsterren die tekenen van massa-overdracht vertonen en zes zeer snel roterende z.g. Be of schil sterren, sterren die omgeven zijn door equatoriale gasschillen en die in hun equatorvlak materie uitstoten. Dit materiaal wordt op dit ogenblik bewerkt.

Uitvoerig onderzoek vond plaats van het ultraviolette spektrum van de zeer koele superreus Alpha Scorpii. Dit is een ster met een oppervlakte temperatuur van ca. 3500° Kelvin en een omvang, ca. 600 tot 800 maal zo groot als de Zon. Spektra verkregen met BUSS leerden dat deze ster zeer snel materie verliest en wel bijna 1 zonsmassa per 100 000 jaar, een bedrag dat ca. tienmaal groter is dan eerder geschat was op grond van andere metingen. De rijkdom aan ultraviolette lijnen in het spektrum van deze ster heeft er toe geleid dat de bepalingen uit de BUSS spektra veel nauwkeuriger konden zijn dan die, verkregen uit tot dusver beschikbare gegevens. Als de ster gedurende de gehele periode waarin hij een rode superreus is zoveel materie zal blijven uitstoten, dan zal hij meer dan

de helft van zijn materie kunnen verliezen voor hij in een andere fase overgaat en misschien als supernova explodeert.

In vele betrekkelijk koele sterren vertonen de zeer brede spektrale lijnen van het magnesium-ion en het calcium-ion centrale emissie-pieken. Reeds meer dan 20 jaar geleden hebben Wilson en Bappu gevonden dat de breedte van deze pieken samenhangt met de intrinsieke helderheid van de sterren: dit z.g. Wilson-Bappu effekt kon moeilijk verklaard worden en het moet dan ook als stap vooruit gezien worden dat thans, door onderzoek te Utrecht verricht, aannemelijk gemaakt kon worden dat de verbreding van de emissiepieken veroorzaakt wordt door gasbewegingen ten gevolge van magneto-hydrodynamische golven. Deze golven treden op in magnetische buizen die op hun beurt in druk-evenwicht zijn met de omgeving. Deze ontdekking was geinspireerd door en was een vervolg op soortgelijk werk dat in de vorige jaren te Utrecht uitgevoerd was aan de stabiliteit van soortgelijke fluks-buizen in de Zon. Dit resultaat laat zien hoe belangrijk het is dat het onderzoek van de natuurkunde van de sterren geinspireerd en gevoed wordt door de resultaten van het zonne-onderzoek.

Zeer belangrijk voor het toekomstige onderzoek van de natuurkunde van de sterren is het feit dat op 13 november 1978 vanuit de Verenigde Staten de grote satelliet High Energy Astronomy Observatory-B gelanceerd werd. Deze satelliet, die röntgenstraling uit de Kosmos zal opvangen met een gevoeligheid aanzienlijk groter dan iedere andere satelliet die eerder in een baan om de Aarde gebracht werd, werd na zijn lancering herdoopt tot Einstein Observatory. Een bijzonder kenmerk van dit voertuig dat op een hoogte van ruim 500 km boven het aardoppervlak in een cirkelvormige baan loopt, is dat dit observatorium voor het eerst de onderzoekers in staat zal stellen *spektra* te verkrijgen van hemellichamen in röntgenstraling. Dat dit mogelijk is, is gevolg van het feit dat het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek te Utrecht twee grote transmissietralies heeft geleverd die de röntgenstraling in korte

spektra uiteen zal rafelen. Deze tralies bestaan uit uiterst dunne zeer evenwijdige parallelle staafjes die in de twee tralies respektievelijk een dichtheid hebben van 500 l/mm en 1000 l/mm. De techniek voor het vervaardigen van deze tralies werd te Utrecht ontwikkeld in het afgelopen decennium. De eerste spektra zullen verwacht kunnen worden vanaf het voorjaar van 1979.

Het onderzoek van de Zon

Een blijvend groot deel van het personeel van het Instituut was betrokken bij de verdere bouw van het grote instrument HXIS (Hard X-ray Imaging Spectrometer), een soort teleskoop voor harde röntgenstraling die geplaatst zal worden in de Amerikaanse Solar Maximum Mission. HXIS kan de onderzoekers de gelegenheid geven duidelijke afbeeldingen te krijgen van uitbarstingen van de Zon, gezien in röntgenstraling; deze gegevens zouden de mogelijkheid openen tot het nader begrijpen van de natuurkunde van het zonnevlamproces. Enorme, bijna onoplosbare moeilijkheden en een felle strijd tegen het tijdschema konden tot dusver op suksesvolle wijze overwonnen worden. Te verwachten valt dat het instrument midden oktober 1979 gelanceerd gaat worden.

Nauwkeurig onderzoek van de gedetailleerde spektra van de zeer brede resonantielijnen van geioniseerd calcium en magnesium in de Zon hebben laten zien dat de kleine helderheidsstrukturen die tot dusver alleen in de kernen van deze lijnen waren waargenomen verrassend ver blijken door te lopen tot in de vleugels van de resonantielijn van geioniseerd magnesium. Dit betekent dat de temperatuurstrukturen in de magnetische elementen van het z.g. chromosferische netwerk veel dieper in de Zon doordringen dan tot dusver was aangenomen.

Reeds lang kennen onderzoekers van de Zon de z.g. 'disparitions brusques': plotselinge verdwijningen of versnellingen van rustende protuberansen nabij het zonsoppervlak. Reeds jaren lang neemt men

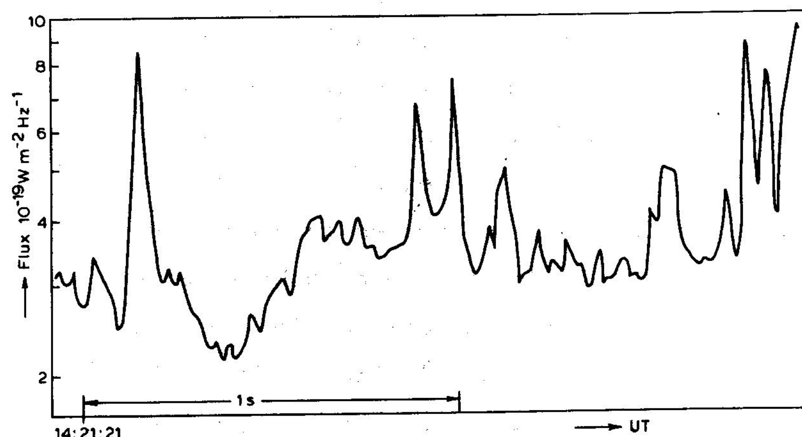
aan dat deze verdwijningen samenhangen met zonnevlammen. Bestudering van röntgenopnamen van de Zon verkregen met Skylab heeft echter laten zien dat dit niet het geval is. Röntgenwaarnemingen laten namelijk de verstoringen zien wanneer ze zich over het zonsoppervlak voortbewegen en tenslotte aanleiding geven tot de verdwijningen. Het blijkt nu dat de oorsprong van deze verstoring niet ligt in zonnevlammen maar in z.g. 'disrupted filaments': dit zijn protuberansen die zelf in plotselinge beweging gezet worden en de verstoringen teweeg brengen. Dergelijke protuberansen kunnen optreden tezamen met vlammen maar kunnen zich ook manifesteren bij afwezigheid daarvan.

Zonnevlammen

Het onderzoek richtte zich in het bijzonder op het begrijpen van het versnellingsproces van deeltjes zoals dat in en nabij zonnevlammen schijnt voor te komen. Dit werk heeft geleerd dat versnelling door plasmagolven stootsgewijs gebeurt. Indien de magnetische velden voldoende sterk veranderen over korte afstanden, zoals vermoedelijk in zonnevlammen het geval is, kunnen ion-akoestische golven in het plasma worden opgewekt. Deze golven kunnen zelf niet gemakkelijk deeltjes versnellen, maar wel kan de wisselwerking tussen deze golven en langzame elektronen in de elektrische stromen leiden tot de produktie van een tweede soort golven die Langmuir golven genoemd worden. Deze laatste golven zijn bij uitstel geschikt om elektronen te versnellen.
De wisselwerking tussen deze hoog- en laagfrekwente golven kan beschreven worden met de vergelijking van Volterra en lijkt op die tussen de populaties roof- en prooidieren. In de loop van de tijd vertonen de aantallen van de beide soorten sterke schommelingen rond een evenwichtssituatie. Voorspeld werd dat in een zonnevlam versnelling in kortstondige stoten optreedt die niet langer dan 0,001 tot 0,01 seconden duren. Interessant is nu, dat recente metingen te Dwingeloo hebben getoond dat de radiostraling die de Zon tijdens de zonnevlammen uitzendt inderdaad de hevige

kortstondige fluktuaties vertoont die men theoretisch voorspeld heeft.

Een gedetailleerd onderzoek van de 'dubbelbandige' grote vlam van 29 july 1973, die met Skylab was waargenomen laat zien dat de afkoelingstijd van de individuele vlamlussen veel korter is dan de leeftijd van de hele vlam. Dit laat zien dat energie ook in een vrij laat stadium in de vlam gebracht moet worden. Dit resultaat ondersteunt de gedachte dat de individuele vlamlussen zich achtereenvolgens met elkaar verbinden, een proces dat in sommige gevallen vele uren kan duren. Deze overwegingen suggereren dat de betreffende vlam ontstond door herverbinding van magnetische velden, welke herverbinding op zal moeten treden in een groot stroomvlak dat zich vormde in het kielzog van een ontsnappend filament. Ook blijkt dat de helderste gebieden in zonnevlammen voorkomen aan de voeten van de lussen die de grootste middellijn hebben.



Klein gedeelte van een radio-uitbarsting tijdens een zonnevlam op 11 april 1978 op 2,65 GHz. De tijd tussen twee opeenvolgende fluksmetingen bedraagt 0,01 sekonden. Duidelijk naar voren komt de sterk gepiekte emissie.

De interplanetaire ruimte

De hierboven beschreven zonnevlammen zenden soms enorme deeltjeswolken uit die met grote snelheid door de interplanetaire ruimte schieten. Het is een belangrijke stap voorwaarts dat onderzoekers van het Sterrekundig Instituut te Utrecht thans in de gelegenheid zijn om deze deeltjeswolken ter plaatse, in de ruimte, waar te nemen. Op 14 augustus 1978 werd vanuit de Verenigde Staten de satelliet ISEE-C (International Sun Earth Explorer) gelanceerd. Aan boord bevond zich een instrument, vervaardigd door onderzoekers van het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek te Utrecht, in samenwerking met medewerkers van ESTeC en van het Imperial College of Science and Technology te London. Het instrument zal de gelegenheid geven protonen in de interplanetaire ruimte waar te nemen in een energiegebied waarin tot dusver nog geen waarnemingen zijn verricht. Bovendien heeft het instrument een ander uniek aspekt: het geeft de mogelijkheid de richtingsverdeling van de aankomende deeltjes vast te stellen met een nauwkeurigheid die eveneens groter is dan vroeger mogelijk is gebleken. Een van de meest verrassende ontdekkingen werd gedaan, onmiddellijk na het inschakelen van het instrument, toen het op weg was naar zijn positie in het interne libratiepunt tussen Zon en Aarde: scherp gerichte bundels protonen werden waargenomen van betrekkelijk lage energie; de stoot duurde niet langer dan enkele tientallen minuten. Opmerkelijk was dat de protonen van de *Aarde* afkomstig waren en niet van de Zon! Dergelijke protonenstoten vanuit de aardse magnetosfeer (neemt men aan) bljken regelmatig voor te komen, zeker een half dozijn malen per week. Een verrassende en onverwachte ontdekking!

2. HET INSTITUUT; ORGANISATIE EN BEHEER

Het Sterrekundig Instituut

De Sterrewacht van de Rijks Universiteit te Utrecht en het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek vormen samen het Sterrekundig Instituut te Utrecht. De Instituutsraad behartigt de noodzakelijke koördinatie tussen de beide onderdelen van het Instituut.

Samenstelling Instituutsraad

A.D. Fokker (sekr.), C. de Jager (vz), M. Kuperus, H.J. Lamers, P. Noorman.

De Vakgroep Sterrekunde en de Sterrewacht

De Vakgroep Sterrekunde is gehuisvest in de Sterrewacht te Utrecht en maakt deel uit van de Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde. De Vakgroep omvatte in 1978 80 leden, waarvan 34 kandidaten met hoofdvak sterrekunde. Het Vakgroepsbestuur werd gevormd door het wetenschappelijk personeel (18 in vaste, 5 in tijdelijke dienst), en 12 gekozen leden, 7 uit het niet-wetenschappelijk personeel en 5 studenten, tezamen 35 personen.
De Vakgroep was in de Subfaculteitsraad vertegenwoordigd door de leden H.J. van Amerongen, J.R.W. Heintze, H. Hubenet, A. Schadee (lid Subfaculteitsbestuur).

Samenstelling van raden en commissies van de Vakgroep per 31-12-1978

Sterrewachtraad:
H.G. van Bueren, A.D. Fokker (vz), G.W. Geytenbeek, C. de Jager, M. Kuperus, P. Kuin, A.C. de Landtsheer, J. van Nieuwkoop, J.H.G. Rosenbaum, T. de Groot (sekr., beheerder).

Onderzoekscommissie:

H.G. van Bueren, A.G. Hearn, C. de Jager, M. Kuperus (vz), C. Zwaan. Toegevoegd: T. de Groot (sekr.).

Onderwijscommissie (tevens deelcommissie van de onderwijscommissie van de Subfaculteitsraad):

W. de Graaff (vz), H. Hubenet (sekr.), Mej. K.H. Kieboom, M. Kuperus, A. Schadee, J. Schrijver, C. Zwaan.

Overlegcommissie deelkredietgebruikers:

H.J. van Amerongen, J.W. van den Broek, T. de Groot, R.H. Hammerschlag, J.R.W. Heintze, M.C. Lahr, E. Landré, O. Namba, H. Nieuwenhuijzen (sekr.), J. van Nieuwkoop, R.J. Rutten, H. van de Stadt, J.B. Vogel.

Werkplaatsplanningcommissie:

H.G. van Bueren (vz), J.W. van den Broek, J.R.W. Heintze, T. de Groot, R.H. Hammerschlag, H. Nieuwenhuijzen, J. van Nieuwkoop.

Groep instrumentatie:

H.J. van Amerongen, J.W. van den Broek, J. van der Biezen, R.H. Hammerschlag, J.R.W. Heintze, T. de Groot, I. Nagtegaal, O. Namba, H. Nieuwenhuijzen (sekr.), J. van Nieuwkoop (vz), H. van de Stadt.

De Werkgroep Ruimte-Onderzoek van Zon en Sterren (ROZS) en het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek

De Werkgroep ROZS is een van de vier werkgroepen van de Commissie voor Geofysica en Ruimte-Onderzoek (GROC) van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. De GROC stelt het wetenschappelijk programma en de begroting van de werkgroepen vast.
De Werkgroep is gehuisvest in het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek te Utrecht. Het beheer van dit Laboratorium is ondergebracht

bij de Rijks Universiteit te Utrecht, die ook als werkgever optreedt van het personeel.

Werkgroepleider: C. de Jager.
Direkteur Organisatie en Wetenschap: P.E. Noorman.

Samenstelling van raden en commissies van het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek

Adviescommissie:

H.G. van Bueren, E.P.J. van den Heuvel, A.M. Hoogenboom (vz), J. Kistemaker, J.B. le Poole, S.R. Pottasch.

Laboratoriumraad (LARA):

J.M.C. van Genechten, J.N. van Gils, R. Hoekstra, R. Mewe, J.P. Imhof, C. de Jager (vz), J.J.M. van der Laan, H.J.T.A. Lafleur, H.J.G.L.M. Lamers, P.E. Noorman (sekr.)
Waarnemers: Mv. J. van der Mark, J.B. Vogel.

Beleidscommissie:

H.F. van Beek, A.C. Brinkman (sekr.), J. Heise, R. Hoekstra, H.J.G.L.M. Lamers (vz), Z. Svestka.

Gebouwencommissie:

A. van Dongen, J.J.M. van der Laan, M. Rijnsent, Z.Th.R. Salverda, J.B. Vogel (vz).

Veiligheidscommissie

A. van Dongen, H. Goulooze, C.J.Th. Gunsing (vz), J.J.M. van der Laan, A.G.M. Maas, C.G. Monderen, H.J. Nijman, J.J. van Rooijen, Z.Th.R. Salverda, C. Timmerman, J.B. Vogel.

Brandpiket

D.C. van Cooten, J.J. Dijkstra, M.C. Lahr, L.J. Lantwaard, J.G. Leeman, H.V.A.M. Maseland, C.G. Monderen, W.A. Muysert, E. Niekerk,

T.H.J. Peters, M.J. Rijnsent, Z.Th.R. Salverda, G. Velders, P. Versteeg, J.B. Vogel.

EHBO:

J.M. Braun, A. van Dongen, J.G. Leeman, C.G. Monderen.

3. WETENSCHAPPELIJK JAARVERSLAG

3.1. *Sterrewacht*

Onderzoeksveld: *Optisch Zonne-onderzoek*

Het onderzoek van de Zon en zonneverschijnselen door middel van optische technieken, interpretatie van de waarnemingen. Het onderzoek spitst zich toe op dynamische en magnetohydrodynamische verschijnselen in de atmosfeer van de Zon, mede tot beter begrip van die bij sterren.

Medewerkers: A.A. van Ballegooijen, A. Greve, R.H. Hammerschlag, J. Houtgast, B.J. Oranje, F. Middelkoop, O. Namba, R.J. Rutten, G. Severino, C.P.C. Sutterman, C. Zwaan.

Samenwerkende groepen:
- Max Planck Institut, Bonn, FRG
- Sacramento Peak Observatory, New Mexico, USA
- Joint Organization for Solar Observations: Europees samenwerkingsverband voor vestiging van een gemeenschappelijk zonneobservatorium
- High Altitude Observatory, NCAR, Boulder, CO, USA
- Kitt Peak National Observatory, Tucson, Arizona, USA

Deelonderzoekingen:
1. Vorming van spektrale lijnen
2. Snelheidsvelden in de atmosferen van Zon en sterren
3. Magnetische strukturen in konvektiezône en de atmosfeer van de Zon
4. Rotatie en magnetische aktiviteit in Zon en sterren
5. Ontwikkeling van instrumenten voor zonne-waarnemingen

Gedurende zijn verblijf (met ZWO-steun) in de USA verzamelde Rutten waarnemingen van de Ca II resonantielijnen en een aantal andere lijnen van bijzondere diagnostische waarde, in afhankelijkheid van de plaats op de zonneschijf. Hij verkreeg op het Kitt Peak National Observatory zeer nauwkeurige lijnprofielen met hoog spektraal scheidend vermogen, en op het Sacramento Peak Observatory dergelijke profielen met goed scheidend vermogen in ruimte en tijd. Dit materiaal is van grote betekenis voor het onderzoek aan mechanismen van lijnvorming, aan snelheidsvelden en aan strukturen op de Zon. Samen met R.W. Milkey (Kitt Peak) verrichtte Rutten een numerieke studie omtrent de vorming van het Ba II spektrum. De konklusies in Ruttens proefschrift werden bevestigd en uitgebreid: in de vleugels van de resonantielijnen zijn effekten van gedeeltelijk koherente verstrooiing belangrijk, zij verklaren de emissievleugels nabij de zonsrand. Deze resultaten zijn ook van belang voor de interpretatie van alle andere matig sterke resonantielijnen in de spektra van Zon en sterren. Samen met R.E. Stencel (NASA, GSFC, Greenbelt) maakte Rutten een klassifikatie van de verschillende typen emissielijnen die nabij de zonsrand in de vleugels van de Ca II resonantielijnen zichtbaar worden, dit met het oog op verschillende bronmechanismen voor spektrale lijnen. De vorming van één lijn (Fe II bij 3969.4 Å) die bijzonder gevoelig is voor lokale inhomogeniteiten (vermoedelijk door pompen in het UV stralingsveld), werden numeriek doorgerekend te Boulder in samenwerking met B.W. Lites en L.E. Cram.

Greve's dissertatie geeft de eerste analyse van de volledige profielen van de Mg II resonantielijnen in afhankelijkheid van de plaats op de zonneschijf. Deze profielen blijken met geen enkele één - dimensionale tijdsonafhankelijke modelatmosfeer verklaard te kunnen worden. Aansluitend ontdekten Oranje, Zwaan en Greve dat de in de kernen van de Ca II en Mg II resonantielijnen zichtbare helderheidsstruktuur (het z.g. chromosferische netwerk) verrassend ver in de vleugels van de Mg II lijnen doorloopt. Dit betekent blijkbaar dat de temperatuurstruktuur in de magnetische elementen van het netwerk over een groot dieptebereik afwijkt van die in het

omgevende plasma. De gangbare opvatting dat althans de lage chromosfeer door zuiver akoestische, niet door magnetische velden gemodificeerde golven wordt verwarmd, is daarmee op losse schroeven gezet.

Van Ballegooijen (ZWO) verkreeg op Kitt Peak spektra van drie zonnevlekken in het infrarood (1.4 - 2.0 μm). Die zullen worden gebruikt ter bepaling van de thermodynamische en magnetische struktuur in de diepe atmosferische lagen van vlekken, nodig bij het oplossen van de kernvraag: hoe vindt het energietransport plaats in en om magnetische fluxbuizen?

Uitgaand van de hypothese dat de chromosferische emissie van sterren met een konvektiezône afkomstig is van kompakte magnetische strukturen, werden een paar verrassende resultaten geboekt. Uit onderzoek in samenwerking met J. Tinbergen (Leiden) blijkt dat de intrinsieke en de variabele lineaire polarisatie van het licht van F, G, K en M sterren kan worden verklaard met verzadigde magnetische gesplitste lijnen in het spektrum van aktieve gebieden. Samen met G. Severino (Napels) heeft Zwaan gevonden dat de Wilson-Bappu-relatie (een tot dusver niet geheel begrepen verband tussen de breedte van Ca II emissiekernen en de lichtsterkte van een ster) mogelijk verklaard kan worden als Doppler-verbreding tengevolge van magneto-hydrodynamische golven in magnetische buizen die in drukevenwicht zijn met de omgeving. Deze voorbeelden laten zien dat onderzoek aan sterren gebaseerd op kennis van de zonne-atmosfeer, zich in 1978 snel heeft uitgebreid tot een vruchtbaar terrein van onderzoek.

Onderzoeksveld: *Sterspektroskopie en fotometrie*

Het onderzoek van de struktuur en ontwikkelingsloop van sterren met spektroskopische en fotometrische technieken en langs theoretische weg. In het bijzonder wordt beoogd een model te vinden voor het mechanisme en de energiebron voor het massaverlies van sterren en, parallel daarmee, van de daardoor anomale evolutie van sterren. Daarnaast vindt fotometrisch onderzoek plaats naar de parameters en evolutionaire struktuur van bedekkingsveranderlijken.

Medewerkers: R.H. van Gent, G.M.H.J. Habets, A.G. Hearn, A.J.G.G. van Heck, J.R.W. Heintze, K.A. van der Hucht, C. de Jager, G.J. de Jonge, H.J.G.L.M. Lamers, A.C. de Landtsheer, P. Provoost.

Samenwerkende instituten:

- Joint Institute for Laboratory Astrophysics, Boulder, USA
- Sterrekundige Instituten van Amsterdam en Nijmegen
- Stiftung Hochalpine Forschungs stationen Jungfraujoch und Gornergrat

Deelonderzoekingen:

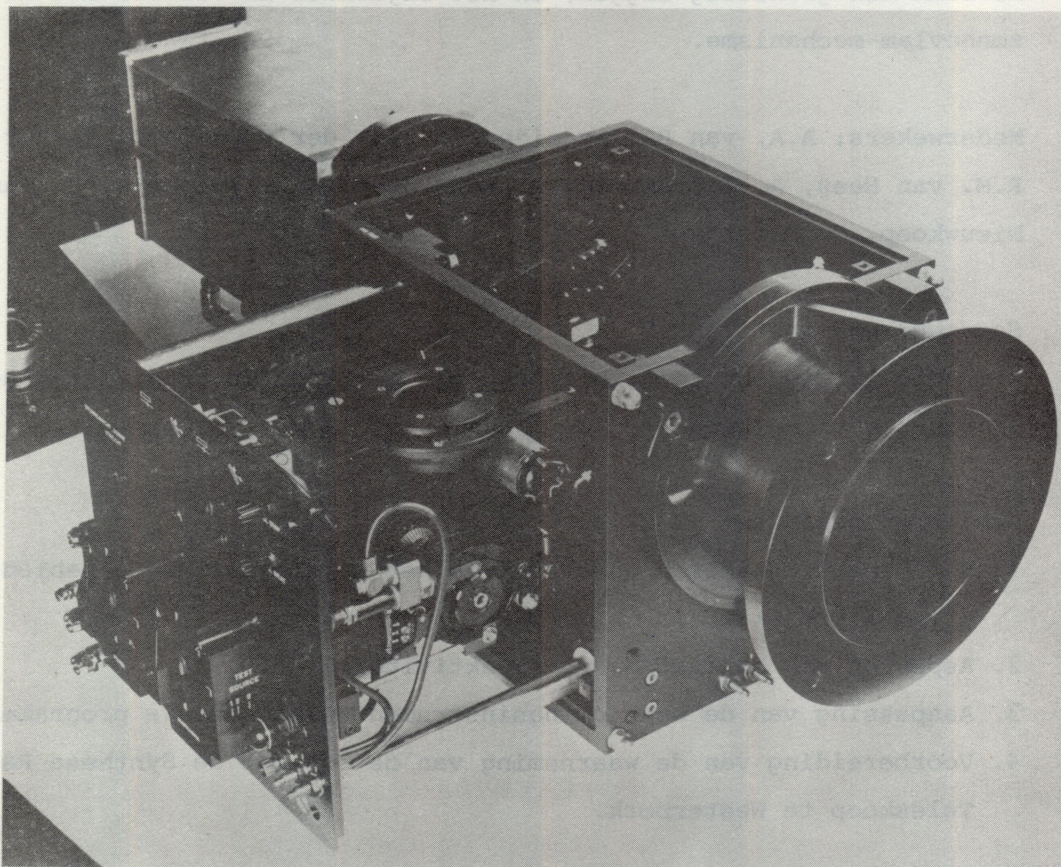
1. Uitgebreide atmosferen van sterren
2. Dubbellijnige bedekkingsveranderlijken

Recente satellietwaarnemingen hebben aangetoond dat rondom hete sterren een korona aanwezig is. Dit was een verrassing omdat deze sterren geen konvektiezône hebben. Een konvektiezône (zoals de Zon er ook een heeft) levert in de gangbare theorieën de energie, nodig voor het verhitten van de korona. Voor de interpretatie van de waarnemingen aan hete sterren moet men dus andere theoretische modellen proberen te vinden. Hearn en Vardavas (gast) ontwikkelden zo'n model door de gekoppelde energie-, kontinuiteits- en bewegingsvergelijkingen op te lossen. (Andere methoden, al jaren lang ge-

bruikt, zijn niet geschikt voor de berekening van dynamische korona's met een groot massaverlies). Zij stuitten hierbij op lastige numerieke problemen die grotendeels werden opgelost. In het kader van dit werk stelde Hearn een eenvoudige methode voor om de eigenschappen van een korona te bepalen: de z.g. minimale-fluks-theorie. In de loop van 1978 gaf deze vondst aanleiding tot veel diskussie zowel binnen het Instituut als internationaal. De numerieke methoden van Hearn en Vardavas worden nu zodanig toegepast dat de geldigheid van de minimum-fluks-theorie voor korona's kan worden getoetst. Wat betreft het stralingstransport in uitgebreide atmosferen ontwikkelde Haisch (gast) een methode ter oplossing van de stralingstransportvergelijking in een stermodel in sferische symmetrie en in de twee stromen-benadering. Deze benadering is bijzonder geschikt voor toepassing op zeer uitgebreide atmosferen. Haisch heeft aangetoond dat de methode goed werkt en relatief weinig computer-geheugen en -tijd vergt. Zij werd toegepast op, rondom koele sterren aanwezige, stofwolken in stralingsevenwicht. (Verhitting door absorptie van straling in het zichtbare spektrale gebied, afkoeling door emissie in het infrarood.) Dit grote frekwentiebereik zou grote moeilijkheden geven bij andere numerieke methoden, maar de twee stromen-benadering werkt hier zonder problemen.

Voor de bedekkingsveranderlijke U CrB heeft Van Gent (student) aanwijzingen gevonden voor een derde komponent. Spektra, in 1967 opgenomen door Heintze op de Hale Observatories, die dit zouden kunnen bevestigen, worden nu bewerkt door Van Heck (student). G. Habets (student) bepaalde empirische massa-straal-, massa-temperatuur- en massa-lichtkracht-relaties voor hoofdreekssterren m.b.v. de best waargenomen bedekkingsveranderlijken. Provoost heeft de merites van de interpretatieprogramma's voor lichtkrommen van Wood, en van Wilson en Devinney nagegaan, en kriteria voor de toepasbaarheid van deze programma's opgesteld. Een moderne ster fotometer gebouwd door de mechanische en elektronische werkplaatsen van de Sterrewacht, was tegen het eind van 1978 vrijwel geheel uitgetest.

In samenwerking met de Sterrekundige Instituten van de Universiteiten van Amsterdam (GU en VU) en Nijmegen, en met de 'Stiftung Hochalpine Forschungs-stationen Jungfraujoch und Gornergrat' (Zwitserland) werd de bouw van een eenvoudig waarnemingsstation voor sterrekundige waarnemingen voorbereid. Het station, dat als hoofdinstrument de Utrechtse 40 cm 'Van Straten Kijker' zal herbergen, was aan het eind van het verslagjaar vrijwel gereed; het voetstuk van de kijker was geplaatst en voorlopig georienteerd.



De sterfotometer tijdens de beproevingsfase.
Het licht treedt rechts binnen. Links boven het koelhuis dat de fotocel bevat. Het inwendige van de fotometer is uitgeschoven.

Onderzoeksveld: *Waarneming en interpretatie van radioverschijnselen op de Zon*

Onderzoek van de niet-thermische radiostraling van de Zon in meter- en decimeter gebied en interpretatie van snel fluktuerende verschijnselen. Door middel van spektrografische en interferometrische waarnemingen van uitbarstingen van radiostraling in de zonnekorona kan inzicht worden verkregen in de plasmafysische processen die hieraan ten grondslag liggen, in het bijzonder in verband met het zonnevlam-mechanisme.

Mederwekers: A.A. van Ballegooijen, G. van der Burg, A.D. Fokker, R.M. van Hees, A. Kattenberg, M. Kuperus, J.M.E. Kuijpers, J. van Nieuwkoop, C. Slottje.

Samenwerkend instituut:

- Radiosterrewacht te Dwingeloo, van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg

Deelonderzoekingen:

1. Radiospektrografisch onderzoek in het meter-golflengte gebied (type I projekt)
2. Aspekten van de (radio) zonne-aktiviteit
3. Aanpassing van de waarnemingsinstrumenten aan nieuwe programma's
4. Voorbereiding van de waarneming van de Zon met de Synthese Radio Teleskoop te Westerbork.

De deelonderzoeken van dit onderzoeksveld werden opnieuw gedefinieerd in verband met de voorbereiding op de metingen met de Synthese Radio Teleskoop te Westerbork die, mede in het kader van de Solar Maximum Mission, in 1979 beschikbaar zal komen voor de positiebepaling van snelle radioverschijnselen op de Zon.

Het type I projekt (het hoofdbestanddeel van het spektrografisch onderzoek op metergolven) behelst de studie van kortstondige en smalbandige radio-uitbarstingen (z.g. type I stoten) die de Zon in het metergolflengtegebied kan uitzenden. Daartoe staat waarnemingsmateriaal ter beschikking, verkregen met de radiospektrograaf, gekoppeld aan de 25 m radiotelekoop te Dwingeloo. De bewerking van dit materiaal werd voortgezet. Ca. honderd stoten uit het gedigitiseerde waarnemingsmateriaal werden onderzocht met speciaal ontwikkelde computerprogramma's. Van de beschrijvende parameters werden statistische eigenschappen en verbanden onderzocht. Enkele tot nu toe onbekende eigenschappen van de stoten werden vastgesteld. De behandeling van de interpretatieve problemen konsentreerde zich onder meer op de helderheidstemperatuur en het kontinuum. De gevonden resultaten zijn in overeenstemming met de hypothese dat dit kontinuum spontane Langmuir-straling representeert. Onder bepaalde omstandigheden kan ook gestimuleerde emissie van Langmuir-straling optreden, wat dan aanleiding zou geven tot elektromagnetische straling in de vorm zoals waargenomen als type I stoten. Voorts werd een theoretisch onderzoek opgezet naar de eigenschappen van magnetische fluksbuizen, die volgens recente waarnemingen een belangrijke rol spelen in aktieve gebieden op de Zon. Voor een eenvoudig maar realistisch buismodel werden groeisnelheden en afmetingen van instabiliteiten berekend.

In het kader van het onderzoek 'aspekten van zonne-aktiviteit' werd voor verschillende aktiviteitscentra de verdeling onderzocht van de grootte (magnitude) van de met zonnevlammen gepaard gaande mikrogolfuitbarstingen. In die verdeling lijken twee komponenten voor te komen waarvan er een zou korresponderen met z.g. proton-vlammen.

Een nieuwe methode van gegevensverwerking voor interferometrische positiebepalingen met een 2-element-interferometer te Dwingeloo op 234 MHz werd met sukses ontwikkeld.

Onderzocht werd hoe de synthese radioteleskoop te Westerbork verschillende intensiteitsverdelingen van mikrogolfstraling op de Zon zal afbeelden.

Voorbereidingen werden getroffen om de synthese radioteleskoop bij Westerbork een tijdoplossend vermogen te geven van 0.1 sekonde, ten behoeve van de waarnemingen van snel verlopende verschijnselen in de korona van de Zon. Wat betreft de ontvangers van de teleskoop, oorspronkelijk ontworpen voor de zeer zwakke radio-emissie van galaktische en extragalaktische radiobronnen, zijn voorzieningen getroffen om ook de relatief sterke radiofluks van de Zon te kunnen verwerken. Het funktioneren van de daarop betrekking hebbende schakelingen is onderzocht.

De mechanische en elektronische afdelingen van de Sterrewacht begonnen met de bouw van de apparatuur waarmee straks bij de waarnemingen met de synthese teleskoop de ééndimensionale helderheidsverdeling over de Zon in 'real time' kan worden gepresenteerd. De oorspronkelijke frekwentieband (160 - 320 MHz) van de 60-kanalen-spektrograaf werd verstemd naar 400 - 900 MHz. Sinds medio 1978 is een band van ca. 160 MHz breed, en liggend rondom 600 MHz operationeel. Een gedetailleerd voorstel werd uitgewerkt om de radiospektrograaf een tijdsresolutie van 1 ms te geven (nu 10 ms).

De waarnemingen en technische voorzieningen voor dit onderzoek worden in het algemeen uitgevoerd door personeel, in dienst van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg te Dwingeloo. Ook de financiële lasten worden door deze ZWO-stichting gedragen.

Onderzoeksveld: *Plasma-astrofysika*

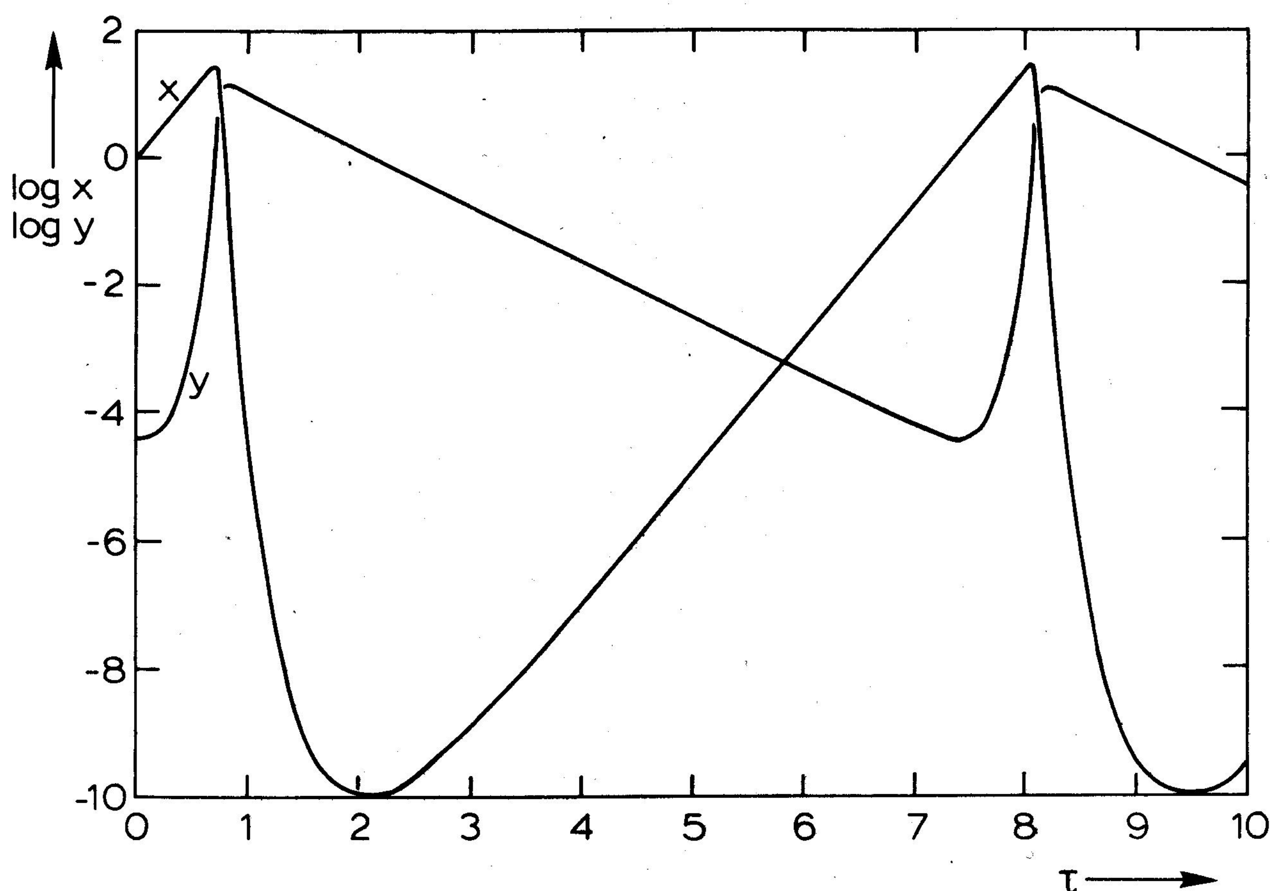
Ontwikkeling en stabiliteit van magnetische velden; versnellingsverschijnselen en mechanismen. Studie van energie-opslag en -vrijmaking in koronale magnetische veld-konfiguraties. Fundamenteel onderzoek aan ijle turbulente plasma's in astrofysische omstandigheden.

Medewerkers: A. Achterberg, A. Duijveman, P. Hoyng, M. Kuperus, J.M.E. Kuijpers, F. Middelkoop, M. Nepveu, W. van Tend.

Samenwerkende instituten:
- Observatorio Astronomico, Arcetri, Italië
- Universitaire instellingen, Antwerpen, België
- High Altitude Observatory, Boulder, CO, USA
- Sterrekundig Laboratorium 'Kapteyn', Groningen
- Sterrewacht Leiden
- Observatoire de Meudon, Frankrijk
- Observatoire de Nice, Frankrijk
- University of Wyoming, USA

Deelonderzoekingen:
1. Plasma-instabiliteiten in zonne-atmosfeer
2. Extragalaktische radiobronnen.

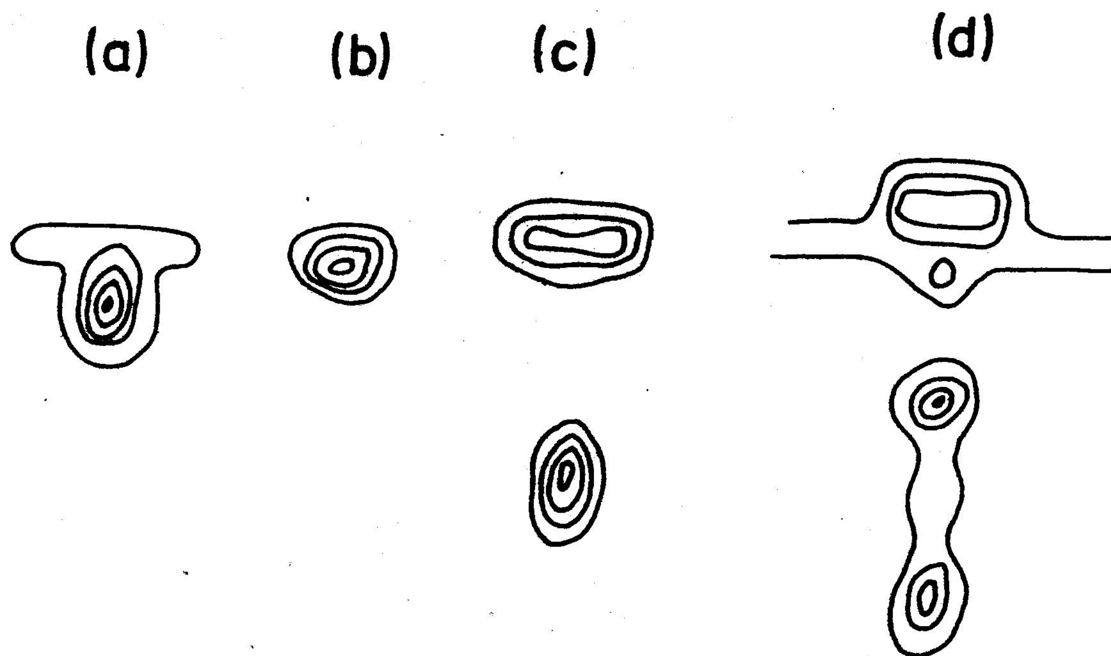
Het onderzoek naar de ontwikkeling van koronale uitlopers m.b.v. het door Weber (dissertatie) ontworpen computerprogramma SHASTA werd voltooid, evenals het onderzoek naar thermische instabiliteitenin de korona (Duijveman). In het kader van het onderzoek naar de energie-opbouwfase onderzocht Kuperus de struktuur en de evolutie van de aktieve korona die geassocieerd is met in de fotosfeer naar boven komende magnetische fluks. In de opbouwfase van de vlam vindt reeds versnelling van elektronen plaats en de bewegingstoestand van filamenten in een aktief gebied is een goede



In een dimensieloze maat zijn ***logaritmisch*** *uitgezet de energiedichtheden x en y als funktie van de dimensieloze tijd voor karakteristieke omstandigheden in zonnevlammen. De grootheid x is een maat voor de hoeveelheid energie in ion-akoestische golven en één dimensieloze eenheid korrespondeert met een energiedichtheid 1.5 10^{-5} van de thermische energiedichtheid. De grootheid y geeft de hoeveelheid energie in Langmuir golven aan en is een maat voor de aktuele versnellingsefficiëntie; één y-eenheid korresponeert met een waarde 3.6 10^{-5} t.o.v. de thermische energiedichtheid. Duidelijk is dat een toename van de energie in de ion-akoestische golven overeenkomt met afname van de energie in de Langmuir golven, en omgekeerd. Er is overeenkomst met de verhouding tussen roof- en prooidieren. De oscillatieperiode bedraagt 5.9 10^{-3} s.*

indikatie voor het optreden van een zonnevlam, alsook voor de herstrukturering van het magnetische veld. Grote chromosferische vlammen treden hoofdzakelijk op gedurende de vlekfase van het aktieve gebied. In de late vlekloze fase zijn nog wel vlammen en filamentaktiveringen in de korona mogelijk, maar van chromosferische aktiviteit in Hα-licht is geen sprake (Kuperus, Svestka). Door Van Tend werd de methode, ontwikkeld i.v.m. de stabiliteit van protuberansen in aktieve gebieden, toegepast op hoge, rustende protuberansen; de z.g. 'plotselinge verdwijning' kon hiermee worden verklaard. Een eenvoudige bipolaire verdeling van het fotosferische veld blijkt niet te voldoen aan de voorwaarden, nodig voor energie-opslag; in een stelsel van verschillende bipolaire magnetische veldstrukturen kan dit wel. Dit is in frappante overeenstemming met de waargenomen eigenschappen van aktieve gebieden die veel zonnevlammen produceren. Bovendien onderzocht Van Tend het verval van een magnetische fluksbuis in de fotosfeer door diffusie, en toonde aan dat rondom een desintegrerende zonnevlek een sterke radiaal gerichte stroming moet zijn, in overeenstemming met de waarnemingen. Een aanzet werd gemaakt van de studie van de kinetica van Alfvén-golven in de korona en de invloed hiervan op het elektrisch geleidingsvermogen (Kuperus, Middelkoop).

M.b.t. de eerste-trapsversnelling van deeltjes in een ijl plasma door Langmuir-golven is onderzocht hoe die verloopt gedurende de niet-lineaire fase van opwekking. Als die golven ontstaan uit ion-akoestische golven, die weer het gevolg zijn van een stroominstabiliteit, dan kan de ontwikkeling van de beide golfniveaus beschreven worden door de vergelijkingen van Volterra. Deze vergelijkingen uit de biologie (relatieve populaties van roofdier en prooidier) hebben slechts periodieke oplossingen zodat de produktie van Langmuir-golven en ook de versnelling van deeltjes in pulsen geschiedt (Kuijpers). Wat betreft de versnelling van relativistische deeltjes door zwakke magneto-hydrodynamische turbulentie werd bewezen dat Fermi-versnelling, stochastische 'magnetic pumping' en Cerenkov resonantie van magneto-akoestische golven fysisch identiek zijn



Een resultaat van numerieke berekeningen aan hypersoon bewegende plasmoïden in botsing is de helderheidsverdeling van de synchrotronstraling die hierbij wordt opgewekt. Deze theoretische helderheidsverdeling wordt vergeleken met radiobeelden van extragalaktische bronnen. In de figuur is het berekende stralingspatroon weergegeven in vier achtereenvolgende fasen van de botsing (de plasmawolken zelf zijn niet ingetekend): a) begin van de botsing - b) moment van maximale dichtheid - c) en d) straling in het zog van de wolken op latere tijdstippen als gevolg van afschuivingsstroming (stroming met zijwaartse snelheidsvariatie). Elke kontoerlijn betreft een stralingsfluks die 2.5 maal zo groot is als die voor de lijn direkt daarbuiten. De totale helderheden in a t/m d verhouden zich als: 1:19:6:1, de tijdspanne tussen a en d is enige miljoenen jaren.

(Achterberg). In het geval van sterke magneto-hydrodynamische turbulentie werd aangetoond dat Fermi-versnelling optreedt bij elke spoedhoek van het te versnellen deeltje. Een verstrooiend mechanisme is dus niet nodig en de vereiste voorversnelling zeer gering (Kuijpers). Gestart werd met een onderzoek naar de invloed van oppervlaktegolven op de transporteigenschappen in een bewegend botsingsloos plasma. In het geval van een snelheidsprofiel met afschuiving, en een t.a.v. de magnetische druk te verwaarlozen gasdruk, werd gevonden dat de groeisnelheid van de oppervlaktegolven veel groter is dan die van ion-akoestische golven en Alfvén golven in de grenslaag (Achterberg). Ion-akoestische golven, van belang voor de effektieve botsingsfrekwentie in een ijl plasma, kunnen gemakkelijk worden opgewekt bij de dissipatie van elektrische stromen. Hieruit kunnen Langmuir-golven, van belang voor de versnelling, worden opgewekt via een z.g. turbulent remstralingsproces. De efficiency hiervan werd opnieuw berekend met een methode gebaseerd op de Vlasov-kumulanten-hiërarchie. Het bleek dat in het geval van een elektrische stroom, de omzetting van ion-akoestische golven maximaal efficiënt is voor Langmuir-golven van ca. de Debijelengte.

Numerieke berekeningen aan hypersoon bewegende plasmoïden werden voortgezet. Berekeningen van de uitgezonden synchrotronstraling gaf inzicht in de morfologie van de gesimuleerde radiobronnen. Begonnen werd met een systematische studie van de niet-lineaire ontwikkeling van de Kelvin-Helmholtz-instabiliteit. Het bleek dat in een transsoon regiem de instabiliteit vorming van schoksystemen tengevolge heeft (Nepveu).

Onderzoeksveld: *Laboratorium-astrofysika*

Experimenteel- en theoretisch-fysisch onderzoek dat direkte toepassingen heeft voor de sterrekunde.

Medewerkers: H.G. van Bueren, H. Nieuwenhuijzen, A. Schadee, H. van de Stadt, F. Verbunt, J. Vermue, A.H. van Vliet

Samenwerkende instituten:
- Astronomy Division van ESTeC (ESA), Noordwijk
- Jet Propulsion Laboratory (JPL), Pasadena, CA, USA
- Goddard Institute for Space Studies, New York, USA
- Sterrekundig Instituut, Amsterdam
- Queen Mary College, Londen, UK

Deelonderzoekingen:
1. Heterodyne infrarood astronomie
2. Theoretische astrofysika
3. Molekuulspektroskopie

Het smalleband-heterodynesysteem met een InSb-detektor werd verbeterd d.m.v. een betere aanpassing van de bundeldiameter aan de teleskoop en reduktie van storende reflekties. Dit verlaagde de systeemtemperatuur tot 560 K bij 230 GHz en ca. 2000 K bij 460 GHz. De konstruktie van een 'front-end' voor gebruik in het cassagrainfocus van teleskopen was aan het eind van het jaar vrijwel gereed. Gedurende 2 x 1 week werden waarnemingen verricht met de te Utrecht vervaardigde detektoren achter de infrarood-teleskoop op Tenerife, in samenwerking met Queen Mary College, Londen. Waarnemingen met de 75 cm-teleskoop op het Jungfraujoch in april mislukten door zeer slecht weer en storende reflekties die staande golven veroorzaakten en zo een onaanvaardbaar ruisniveau.

Het bredeband-heterodynesysteem met Schottky-barrier diode als detektor werd in een front-end ingebouwd en getest op het Jungfraujoch en aan twee sterrewachten in Chili. Bij de eerste waarnemingen was door instrumentele oorzaken de systeemruis hoog (11 000 K en hoger). Toch werden enkele atmosferische lijnen gemeten (O_3 en N_2O), en een CO-lijn, alle bij ca. 230 GHz. De ontvanger werd hierna aanzienlijk verbeterd, terwijl ook de 512-kanaals filterbank en het computerprogramma in FORTH werden gereviseerd en uitgebreid, zodat alles optimaal funktioneerde tijdens de tweede waarneemperiode in Chili. Gedurende 3 weken werd waargenomen met de 1 m-kijker van de Amerikaanse sterrewacht op Las Campanas. In de 7 daarvoor geschikte dagen en nachten kon worden waargenomen aan de bronnen Orion A en NGC6334, die uitvoerig in kaart werden gebracht op 230 GHz; de systeemtemperatuur bleek ca. 2000 K. Hierna kon nog gedurende 5 nachten bij zeer goed weer worden gemeten aan: Orion A bij 266 GHz (HCO^+ en HCN-lijnen), Eta Carinae, G333.6 - 0.2, en de Magellaanse wolken bij 230 GHz. Al deze waarnemingen zijn onder bewerking voor publikatie. T.b.v. het laboratoriumwerk aan molekulen werd een infrarood-laser bij 496 mikron ontwikkeld als lokale oscillator in heterodynesystemen. In samenwerking met de TPD Delft werd het onderzoek naar molekulaire absorptielijnen bij 10 mikron verder uitgebreid; resultaten worden binnenkort gepubliceerd.

Het numerieke onderzoek naar de fysische strukturen van een akkretieschijf is voortgezet; numerieke problemen werden opgelost en de berekeningen kwamen vrijwel gereed. Een modelmatige beschrijving van de invloed van een bescheiden zwart gat in het centrum van ons Melkwegstelsel werd voltooid en gepubliceerd. Een aanvang is gemaakt met de numerieke behandeling van de gekoppelde differentiaalvergelijkingen die de inval van een gaswolk waarin gelijktijdig nieuw gas wordt gekreëerd beschrijven, en de straling die daarbij door de sferisch aangenomen gaswolk wordt gereflekteerd. Tevens is een vergelijkende studie opgezet naar de essentiële verschillen welke de aanwezigheid van een zwart gat in diverse typen Melkwegstelsels bewerkstelligt. Een publikatie is in voorbereiding.

Een publikatie over de definities van, en de relaties tussen de bandsterkten en dipoolmomenten van stralende overgangen werd verzorgd. Hierna is dit onderzoek voorlopig gestopt wegens deelneming van Dr. A. Schadee aan het HXIS-projekt wat detachering elders nodig maakt.

3.2. *LABORATORIUM VOOR RUIMTE-ONDERZOEK*

Onderzoeksveld: *Kosmische Röntgenstraling*

Waarneming en interpretatie van meting van röntgenstraling van kosmische objekten met behulp van de Nederlandse Astronomische Satelliet; voorbereiding van röntgenexperimenten met de ESA satelliet EXOSAT en de satellieten HEAO-B en de International Solar Polar Mission.

Medewerkers: A.J.F. den Boggende, A.C. Brinkman, J.H. Dijkstra, E.H.B.M. Gronenschild, C.J.T. Gunsing, J. Heise, R. Mewe, J. Schrijver.

Technische medewerkers: F.I.A. Ammerlaan, B. Buurmans, M. Hilhorst, L.J. Lantwaard, A.P. Naber, F.A. van Rooijen, C. Timmerman, W. Zandee.

Samenwerkende groepen:

- Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, Mass., USA
- Werkgroep Kosmische Straling, Leiden
- Centre d'Etude Spatiale, Toulouse, Frankrijk
- American Science and Engineering, Cambridge, Mass., USA
- Mullard Space Science Laboratory, Londen, UK
- Max Planck Institut für Extraterrestrische Physik, München, DBR
- Observatoire Astrophysique de Meudon, Frankrijk
- Space Sciences Laboratory, Berkeley, USA
- ESTeC, Noordwijk
- NASA, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md, USA

Deelonderzoekingen:

1. Onderzoek van kosmische röntgenstraling van 0,4 - 8 keV met ANS
2. Voorbereiding röntgenspektrografie met HEAO-B
3. Voorbereiding experiment in de satelliet EXOSAT; meting van röntgenstraling van kosmische bronnen in het energiegebied van 0,1 keV tot 50 keV
4. Voorbereiding van een experiment in de International Solar Polar Mission (eerder OOE genoemd)

De uitwerking van waarnemingen verkregen met ANS nadert de voltooing. Een drietal dissertaties zullen naar de verwachting in 1979 worden afgerond.

Het aandeel in het raketexperiment LEINAX-IV, dat in het vorige verslagjaar nog deel van het werkprogramma uitmaakte is beeindigd met de publikatie van de waarnemingsresultaten over de energieverdeling van enkele hete kompakte sterren. Dit werk zal tevens deel uitmaken van een der hierboven genoemde dissertaties.

Supernova restanten

Het onderzoek aan röntgenwaarnemingen door de ANS aan supernova restanten werd voortgezet.
Van een aantal supernova restanten die door middel van de radio waarnemingen waren ontdekt, werden scherpe bovenlimieten verkregen. Deze gaven aanwijzigingen over de dichtheid van het interstellaire gas waarin de restanten zich uitbreidden; het gas blijkt ongeveer vijfmaal ijler dan werd verwacht op grond van eerdere studies.
Er werden drie gedetailleerde röntgenkaarten gemaakt van het bekende restant in het sterrebeeld De Zwaan, de Cygnus Lus, verkregen in verschillende energiegebieden. De kaart in het zachte röntgengebied (0,16 - 0,28 keV) vertoont grote gelijkenis met radiokaarten met ongeveer hetzelfde scheidend vermogen (ca. 10'). Ook komt deze kaart zeer goed overeen met een onlangs gepubliceerde röntgenkaart die met een afbeeldend systeem (spiegel + positiegevoelige detektor) verkregen is. Dit heeft het vertrouwen nogmaals bevestigd in de procedure die gevolgd was voor het maken van de röntgenkaarten (ontvouwing van 150 metingen op verschillende posities binnen het restant).
Vergelijking van de gemeten spektra van de Cygnus Lus met theoretisch berekende lijn- en kontinuum spektra resulteerde in temperatuurvariaties en verschillen in de absorptie van het interstellaire gas tussen het restant en de Aarde (het restant bevindt zich op een afstand van ongeveer 2000 lichtjaren). Verder blijkt de dichtheid van het interstellaire gas rondom het restant sterk

te variëren. Een ander belangrijk resultaat is dat voor verschillende posities de hoeveelheid ijzer in dit gas meer dan een faktor 2 tot zelfs een faktor 7 kleiner is dan de waarde die normaal in kosmische objekten gevonden wordt. Bij lage temperaturen zitten de zwaardere elementen zoals silicium en ijzer vermoedelijk in bevroren toestand samengeklonterd in de vorm van kleine stof- of gruisdeeltjes, zodat de concentratie van het ijzergas laag is.
Bij de hoge temperaturen, van enkele miljoenen graden, die ten gevolge van de passage van het schokfront binnen een supernova restant ontstaan, zou men kunnen verwachten dat het gruis sneller verdampt dan in het 'normale' interstellaire medium waardoor de concentratie van het ijzergas weer normaal zou worden. Daarom zijn deze lage concentraties merkwaardig.
Berekening van röntgenspektra van supernova restanten zijn in volle gang. Modellen worden ontwikkeld die de concentratie van de verschillende ionen onder niet-stationaire kondities bepalen.
De eerste resultaten laten belangrijke afwijkingen zien ten opzichte van stationaire plasma's. Dit werk wint aan aktualiteit nu binnenkort de mogelijkheid bestaat met HEAO-2 (het 'Einstein Observatory') en later (1981) met EXOSAT gedetailleerde röntgenspektra van supernova restanten te meten.

Corona's van witte dwergen

Samen met M. Lampton (Space Science Laboratory, Berkeley, USA) werden op grond van een minimum fluksmodel de parameters temperatuur en druk berekend voor mogelijke hete gassen (corona's) rondom heliumrijke witte dwergen met een oppervlaktetemperatuur van 20 000 à 30 000 Kelvin. Hierbij wordt verondersteld dat de corona wordt verhit door een akoestische fluks die wordt gegenereerd in de buitenste helium (He II) konvektielaag. Voor sterren met een oppervlaktetemperatuur (in de fotosfeer onder de corona) rond 25 000 Kelvin kan de akoestische fluks oplopen tot ca. 10^{11} erg cm^{-2} s^{-1}, d.w.z. 10 000 zo groot als in de Zon. De berekeningen zijn toegepast op de witte dwerg Sirius B om de door ANS waargenomen röntgenstraling te verklaren. De hieruit afgeleide

waarden voor coronale temperatuur en druk zijn $1{,}6 \times 10^6$ K en $1{,}1 \times 10^5$ dyne cm^{-2}, terwijl de benodigde akoestische fluks 9×10^{10} erg cm^{-2} s^{-1} bedraagt. Een dergelijke corona zou ongeveer even heet zijn als die van de Zon, maar door de grote versnelling van de zwaartekracht van de kompakte witte dwerg zou de dichtheid ervan ongeveer 1 miljoen keer zo groot zijn. Met HEAO-2 hoopt men in de komende jaren het al of niet bestaan van een corona rond Sirius-B te kunnen aantonen.

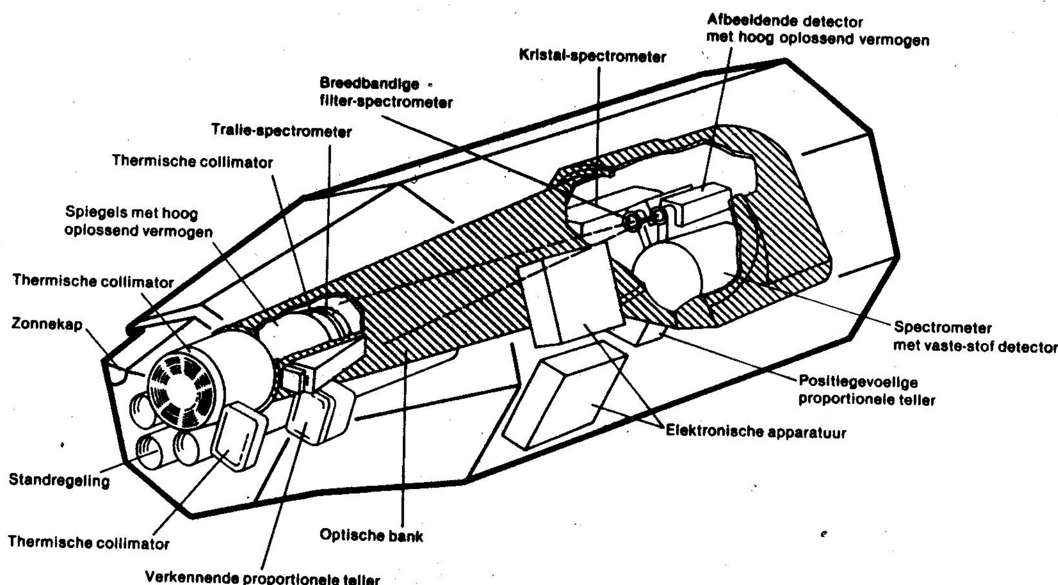
Zwakke röntgenbronnen

Metingen met de ANS aan een 25-tal zwakke röntgenbronnen werden uitgewerkt. Van deze bronnen zijn de röntgenintensiteiten bepaald en in een aantal gevallen ook het spektrum. Vijf van deze bronnen, waaronder NGC4151, 3C273 en 4U0446+44 blijken extragalaktisch te zijn. De bron 4U0446+44 werd in het verleden vaak geassocieerd met de radiobronnen 3C129 of 3C129.1. Uit de verhouding van de intensiteiten, gemeten met de verschillende ANS detektoren kon worden gedemonstreerd dat deze laatste bron geen puntbron kan zijn die samen zou vallen met 3C129 of 3C129.1. Waarschijnlijk heeft deze bron een uitgebreidheid van tenminste 10'.

Het wetenschappelijk instrumentarium voor de ESA röntgen-astronomische satelliet EXOSAT wordt in opdracht van ESA vervaardigd met medewerking van een aantal Europese laboratoria. Het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek werkt in dit verband samen met de Werkgroep Kosmische Straling te Leiden en het Mullard Space Science Laboratory te Londen (UK) bij de vervaardiging van de detektie-eenheid voor laag-energetische röntgenstraling (0.1 tot 3 keV). Dit deel bestaat uit twee geneste Wolter type teleskopen, een buigingstraliesysteem, een filterwiel en een detektor. Het aandeel van het laboratorium bestaat uit het meten van de efficiency van de verschillende filters en het vervaardigen en kalibreren van de buigingstralies. Aangezien elke teleskoop uit twee kon-

fokale spiegels bestaat, vormen de buigingstralies, die in de konvergente bundel geplaatst worden een stel van twee ringen. In het verslagjaar werd het wetenschappelijk model van het spiegelsysteem + tralie getoetst in een parallelle röntgenbundel van Martin Marietta te Denver (USA). De ontwikkeling van de tralies maakt redelijke vorderingen.
De satelliet zal waarschijnlijk gelanceerd worden in het voorjaar 1982.

Een zeer belangrijke stap voorwaarts voor de Röntgen-sterrekunde was de geslaagde lancering van de grote NASA satelliet High Energy Astronomy Observatory-2, die na lancering de naam Einstein Observatory kreeg. De satelliet, gelanceerd op 13 november 1978, beweegt zich thans in een cirkelvormige baan op een hoogte van 535 km: de baanhelling op de evenaar is 23°.5. Een belangrijk onderdeel van de satelliet is een viervoudige parabolisch-hyperbolische spiegel met afbeeldende kwaliteiten. De spiegel is van het type Wolter I.



Opstelling van de instrumenten in HEAO-2
Bronvermelding: H. Beurskens - Natuur en Techniek, Maastricht.

In de konvergente stralenbundel bevindt zich een buigingstralie, vervaardigd door het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek. Dit is de eerste maal in de geschiedenis van de röntgenastronomie dat een instrument gelanceerd werd dat spektroskopie in röntgenstraling mogelijk zal maken. De eigenschappen van de teleskoop zijn de volgende:

- diameter : 58 cm
- brandpuntsafstand : 343 cm

Het buigingstralie is gekenmerkt door:

- buitendiameter : 48 cm
- binnendiameter : 22 cm
- aantal lijnen per mm : 500 en 1000 (twee tralies die elk afzonderlijk kunnen worden ingesteld)

Het te verwachten scheidend vermogen in het spektrum is 0.75 Å bij een gemiddelde golflengte van 40 Å.
Te verwachten valt dat de eerste spektroskopische metingen van 14 tot en met 18 maart 1979 zullen worden uitgevoerd.

Samen met een aantal laboratoria in Europa en de USA, is het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek betrokken bij de bouw van een instrument voor de waarneming van kosmische röntgenstoten. Het instrument zal geplaatst worden in een satelliet die in de richting van Jupiter gelanceerd wordt, en na een nogal rakelingse passage langs deze planeet in een baan zal komen met grote helling ten opzichte van de ekliptika, zodat de satelliet (als eerste) in een nog niet onderzocht deel van de interplanetaire ruimte waarnemingen zal kunnen doen. Aangezien een tweetal van dergelijke satellieten gelijktijdig zal worden gelanceerd, één in een noordelijk gerichte baan en de ander zuidelijk gericht, werd bij het opstellen van het voorstel de beschikbaarheid van dit paar als zeer geschikt beschouwd om, beide van een kosmische röntgenstoot-detektor voorzien, uit tijdsverschillen der waarnemingen gegevens over de richting van herkomst van deze stoten te verkrijgen. Tevens zal het instrument gebruikt kunnen worden voor het waarnemen van röntgenstraling uit de

magnetosfeer van Jupiter, en moet het als monitor voor röntgenstraling van de Zon dienst doen. Dit voorstel (van twee consortia) is geaccepteerd, en zowel de USA als Europa zijn thans bezig met het ontwerpen van deze detektoren. Het totale meetgebied, van ca. 5 tot 150 keV is opgesplitst in twee gedeelten, welke globaal de volgende eigenschappen hebben:

I. Monitor voor laag-energetische röntgenstraling.
- Energiegebied : 5 - 15 keV
- Detektoren : silicium surface barrier
- Gezichtsveld : ca. 2π, zodanig t.o.v. de satelliet geplaatst dat de Zon op ieder moment binnen dit gezichtsveld ligt.

II. Hoofddetektor voor kosmische röntgenstoten.
- Energiegebied : 15 - 150 keV
- Detektoren : halfgeleider of scintillator
- Gezichtsveld : ca. 4π

Het aandeel van het LRO ligt op het gebied van de 5 - 15 keV monitor, en wel het detektor/versterkers-gedeelte. Een definitieve werkverdeling zal begin 1979 worden opgemaakt.

Onderzoeksveld: *Fysika van het interplanetaire medium en de magnetosfeer*

Het onderzoek omvat de waarneming van energiespektra en bewegingsvektoren van deeltjes in het interplanetaire medium. Problemen van de voortbeweging, versnelling en diffusie van deze deeltjes. Intredeproblemen in de magnetosfeer.

Medewerkers: J.N. van Gils, W. de Graaff, T. de Groot, J.J. van Rooijen, G.A. Stevens.
Technische medewerkers: G. van Dijen, J. van Genechten, P. Lowes, E. Schrijvers

Samenwerkende groepen:
- Imperial College of Science and Technology, London, UK
- Space Science Department van ESTeC, Noordwijk
- Geofysisch Instituut, Universiteit van Mexico-stad, USA

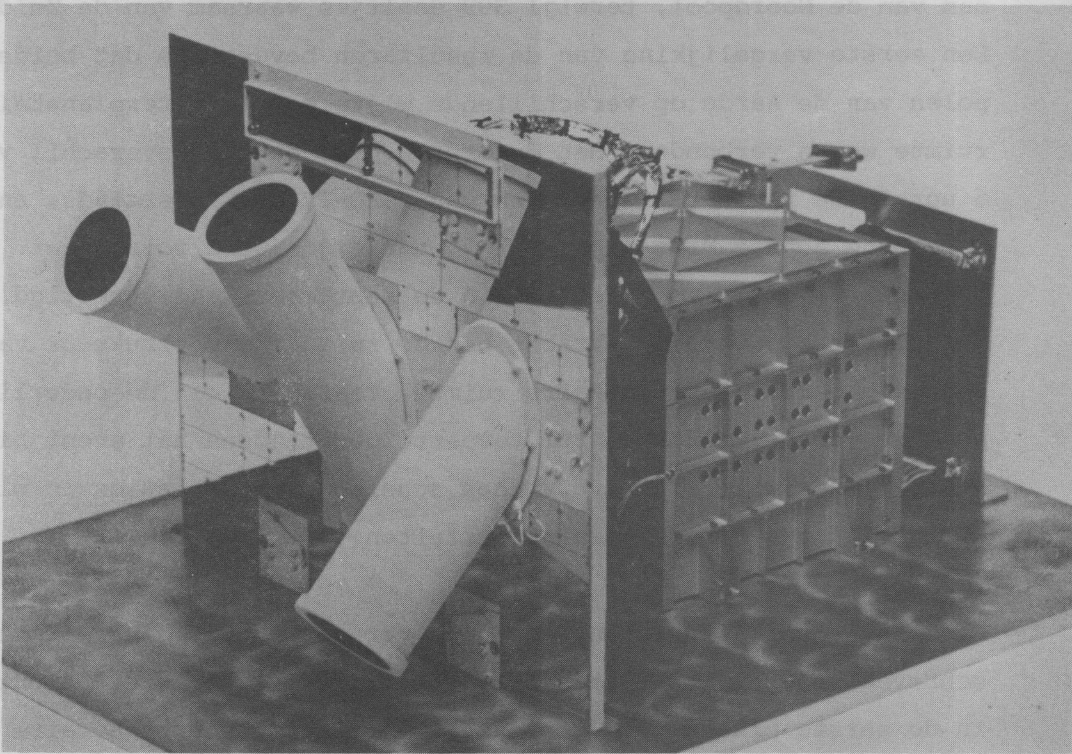
Deelonderzoekingen:
1. Intrede van hoog-energetische zonneprotonen en α-deeltjes in het aard-magnetisch veld, gedurende polar-cap-absorption-events (S99)
2. Interplanetair proton experiment in the International Sun Earth Explorer (S410)

Het experiment S99 werd op 22 november 1972 gelanceerd in de satelliet ESRO-IV, die een vrijwel polaire baan beschreef, waarvan de hoogte boven de Aarde varieerde tussen 1180 en 240 km. Tot 15 april 1974 heeft het instrument de intensiteit gemeten van protonen met energieën tussen 2 en 100 MeV in 6 kanalen, van alphadeeltjes tussen 8 en 240 MeV, en van elektronen tussen 0.1 en 1 MeV. Gebleken is dat drie protonenvlagen door het instrument zijn geregistreerd op resp. 13 april, 29 april en 7 september 1973. Het onderzoek van de septembervlaag werd in verschillende richtingen voortgezet. Aan boord van de satelliet bevond zich een overeenkomstig experiment uit Duitsland voor het registreren van onder meer protonen tussen 0.2 en 90 MeV. Dit was zo in de satelliet opgesteld dat het gezichtsveld tegengesteld

gericht was aan dat van S99, zodat het in september deeltjes waarnam van de Noordpool, terwijl S99 deeltjes waarnam van de Zuidpool. Een eerste vergelijking van de resultaten bevestigde dat beide polen van de Aarde op verschillende wijze met de interplanetaire ruimte waren verbonden. Het onderzoek naar een tijdsverschil van 6 uur in de registratiepatronen van ESRO-IV e.a. enerzijds, en de Russische sondes Mars-4 en Mars-7 anderzijds werd voortgezet. Dit verschil werd ook voor details in de septembervlaag bevestigd. Het kon in verband worden gebracht met de ruimtelijke struktuur van het gas in de interplanetaire ruimte. Daarbij bleek de onderlinge positie van de betrokken ruimtevoertuigen tijdens het event bijzonder gunstig te zijn t.b.v. het scheiden van variaties in plaats en in tijd van de protonenintensiteiten.

Het instrument S410 is in wezen een vervolg op het hiervoor beschreven instrument S99 maar verschilt daarvan in twee opzichten: in de eerste plaats werd het instrument in de interplanetaire ruimte geplaatst, ver van de Aarde; daarnaast werd het meetbereik tot lager waarden van de energie (35 keV) uitgebreid: te verwachten was namelijk dat de intensiteit van de protonenwolken bij deze energieën aanmerkelijk groter zou zijn dan in de gebieden waarin konventioneel gemeten wordt. Daar dit energiegebied bovendien nog nooit is onderzocht, bleef de mogelijkheid open tot het doen van nieuwe ontdekkingen.

Het instrument meet de drie-dimensionale richtingsverdeling van protonen (tot en met de tweede orde termen in een ontwikkeling naar bolfunkties), en haar energie-afhankelijkheid, in het energiegebied 35(22) - 1600 keV; de tijdsresolutie daarbij is 16 s. Het instrument bezit daartoe drie in verschillende richtingen kijkende teleskopen waarvan de tellingen in 8 sektoren van de draaicirkel van de spinnende satelliet afzonderlijk worden geregistreerd. De daaruit voortvloeinde 3 x 8 metingen worden voor ieder der 8 logarithmisch geplaatste energiekanalen gelijktijdig verkregen.
De teleskopen bevatten surface detektoren (silicium) welke gekoeld



Het instrument S410, voor het meten van protonen in de interplanetaire ruimte, vóór het in de ISEE-C satelliet geplaatst werd. Met de drie protonenteleskopen kan, tijdens het rondwentelen van de satelliet, de richtingsverdeling der inkomende protonen vastgesteld worden.

moeten worden opdat de systeemruis laag en daardoor de genoemde ondergrens in energie bereikbaar wordt. De koeling wordt bereikt door middel van een passief gekoelde frontplaat waarop de teleskopen mechanisch en thermisch zijn gekoppeld.

Lotgevallen van het instrument: Het instrument werd in januari 1978 van de uiteindelijke vluchtdetektoren voorzien. Na een volledige kalibratie en een thermisch vakuum test in Utrecht, werd het instrument ten tweede male maar de Verenigde Staten getransporteerd en ingebouwd in de satelliet. De daarop volgende environ-

mental tests op satellietniveau werden zonder problemen doorstaan. De lanceercampagne, van 1 juli tot 12 augustus, leidde tot een uitermate geslaagde lancering. Het instrument werd op 15 augustus ingeschakeld en bleek goed te funktioneren. Satellietbaan (in de richting van het libratiepunt) en spinas richting bleken tevens bijzonder goed te liggen. Twee maanden na lancering kwam de gegevensstroom (data-tapes) op gang en nam de bestudering van de gegevens een aanvang.

Bij de voorbereiding van de uitwerking van de meetgegevens was essentieel het transformatieprobleem van het zonnewindstelsel naar het satellietstelsel. Een voorlopige oplossing werd gevonden: na uitgebreide simulaties bleek de ontwikkelde methode van 'roteren - transformerem - terugroteren' het probleem hanteerbaar te maken in het gebied van parameters waarin we verwachten te verkeren (zonnewindsnelheid, steilheid van het energiespektrum). Na lancering is geleidelijk de eerste maand van metingen beschikbaar gekomen. Opvallend is het grote aantal 'magnetosfeer uitbarstingen' (5 - 10 per week) gekarakteriseerd door een steil spektrum, een zeer scherpe richtingsverdeling en een impulsief karakter. De enkele zonnegebeurtenissen zijn spektraal harder dan verwacht en geven een aantoonbare symmetrie-as in de richtingsverdeling.

Onderzoeksveld: *Ultraviolet Sterspektroskopie*

Het onderzoek omvat de waarnemingen en interpretatie van spektra van sterren in het ultraviolet met hoge resolutie. Uitgebreide atmosferen en chromosferen van sterren. Massaverlies.

Medewerkers: M. Burger (ESA-beurs), R. Hoekstra, K.A. van der Hucht, C. de Jager, T.M. Kamperman, H.J.G.L.M. Lamers.
Technische medewerkers: T.E. d'Arnaud, E.J. van der Berg, L. van der Brink, W.C.A. van Dijkhuizen, M. van der Linden, A.G.W. Maas, E. Schrijvers, F.R. Werkhoven.

Samenwerkingspartners in het BUSS-projekt:
- Astronomy Department, Houston, Baptist College, Houston, Texas, USA
- Vrije Universiteit, Brussel, België
- Institute d'Astrophysique, Université de Mons, België

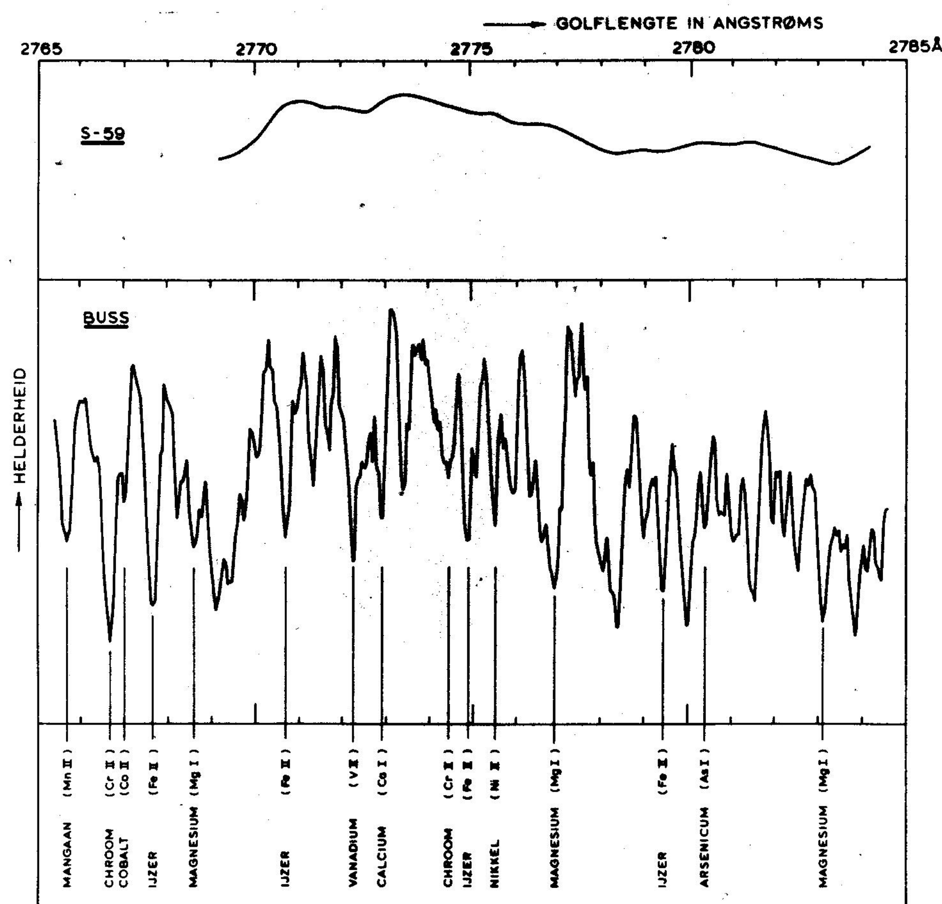
Samenwerkingspartners bij de uitwerking van gegevens:
- Osservatorio Astronomico, Trieste, Italië
- NASA, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md, USA
- Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado, Boulder, CO, USA

Deelonderzoekingen:
1. Ultraviolet Sterspektroskopie met S59
2. Hoge resolutie Sterspektroskopie met BUSS
3. Hoge resolutie Sterspektroskopie als gastwaarnemers met de IUE satelliet

Het onderzoek van de S59 spektra loopt af. Van een zeventigtal sterren werden de interstellaire lijnen van Fe, Mn en Mg onderzocht. Dit is de grootste homogene verzameling interstellaire lijnen die tot nu toe verkregen is. De Boer (Groningen) en Lamers vonden dat ijzer en magnaan in het gemiddelde interstellaire gas respektievelijk 40 en 4 maal onderabondant zijn, hetgeen duidelijk

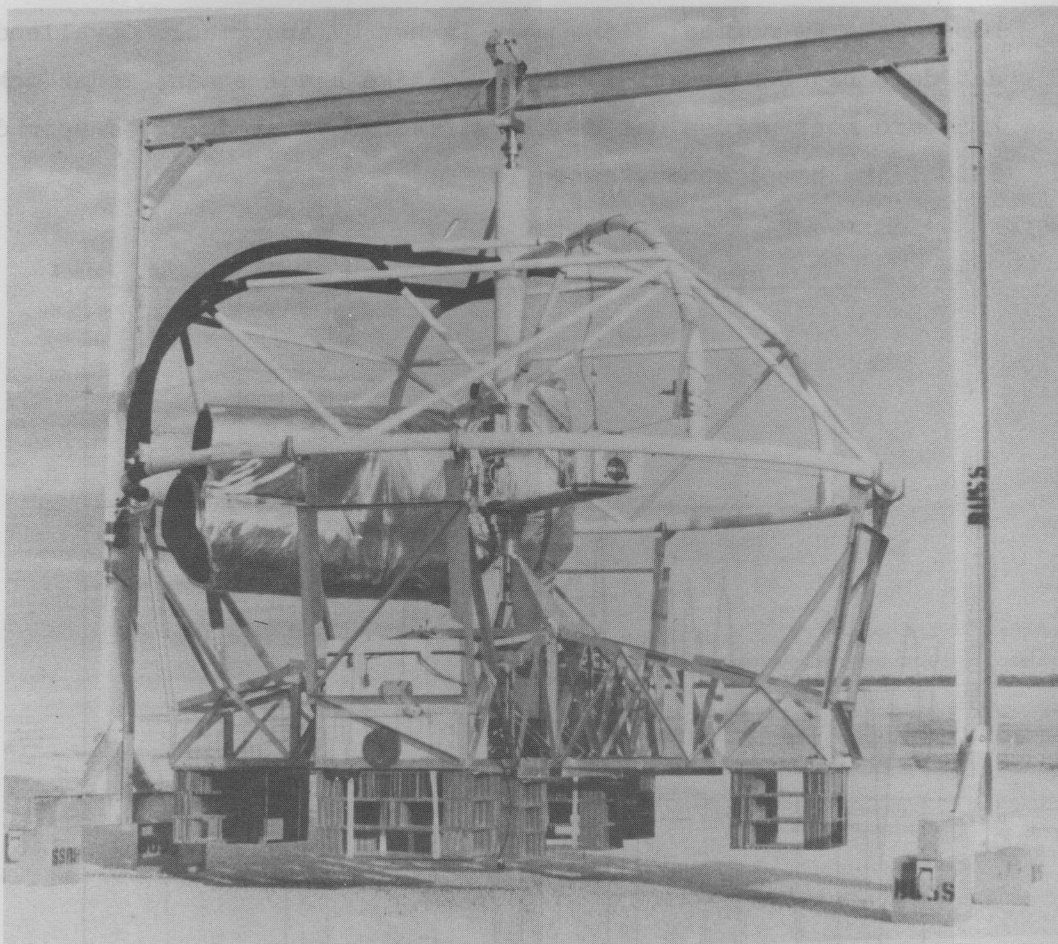
wijst op concentratie in stofkorrels.

De grote hoeveelheid gegevens verkregen uit S59 maakt het mogelijk te zoeken naar een klassifikatiesysteem voor hete sterren gebaseerd op het ultraviolette spektrum. Lamers en Faraggiana (Trieste) en Burger hebben dit onderzocht en vonden 17 sterren die in het zichtbare spektrum normaal zijn, maar in het UV abnormaal. Opvallend is dat deze bijna allemaal in de Zuidelijke hemel staan, zodat gekonkludeerd moet worden dat de klassifikatie vanaf de grond voor de Zuidelijke hemel onnauwkeurig is.



Een gedeelte van het spektrum van Procyon (α Canis Minoris), zoals waargenomen door het Utrechtse S59 instrument in 1973 en door BUSS in 1976. Door het grote scheidend vermogen van BUSS kunnen enorm veel meer details worden waargenomen. Met name is het mogelijk nauwkeurig te bepalen welke elementen de absorpties in het spektrum veroorzaken (onderste deel). Men kan nu de chemische samenstelling van Procyon veel beter bepalen dan uit het zichtbare spektrum.

De gegevens die werden verkregen uit de vorige BUSS vluchten zijn gekalibreerd. De golflengteschaal is nauwkeurig tot op 0.02 Å en de intensiteitskalibratie resulteert in een ruis van ongeveer 5 procent.



De BUSS ballon gondel tijdens de kalibratie van het stands-referentie-systeem.

In twee suksesvolle vluchten met het ballonplatform BUSS in mei 1978 werden 24 sterren waargenomen. Doordat de stervolger was bij-gesteld, konden dit keer sterren tot ongeveer 5.5 magnitude worden waargenomen. Hieronder vielen een aantal interessante nauwe dubbel-stersystemen en schil sterren. De studies die tezamen met gast-

waarnemers zullen worden verricht concentreren zich op:

- chromosfeer studies van late type sterren
- de struktuur en massaverlies van Be sterren en schil sterren
- massa-overdracht in nauwe dubbelstersystemen
- peculiaire sterren met een bijzondere chemische samenstelling

Uit de onderzoekingen met BUSS-gegevens vonden we:

- Het massaverlies van late B en A superreuzen is variabel. De naam 'stellar puffs' beschrijft de uitstoting beter dan de konventionele naam 'stellar wind'.
- De spektra van koude reuzen en superreuzen vertonen een grote hoeveelheid emissielijnen die kunnen worden geanalyseerd om de struktuur van de chromosferen te onderzoeken.
- Het massaverlies van de dubbelster α Sco is minstens tienmaal groter dan geschat op grond van het zichtbare spektrum. De vele UV-resonantielijnen leveren een veel nauwkeuriger schatting op voor het massaverlies dan het zichtbare spektrum. Als de ster gedurende zijn hele leven als rode superreus zoveel materie uitstoot, dan zal hij meer dan de helft van zijn massa kwijtraken.

Deze studies worden voortgezet met de nieuwe gegevens verkregen uit de BUSS IX en X vluchten.

Naast de onderzoeken met de eigen instrumenten (S59 en BUSS) werden ook waarnemingen verkregen in het kader van het gastwaarnemers-programma van de International Ultraviolet Explorer. Voor een viertal onderzoeken werden door de UV-groep waarnemingen gedaan:

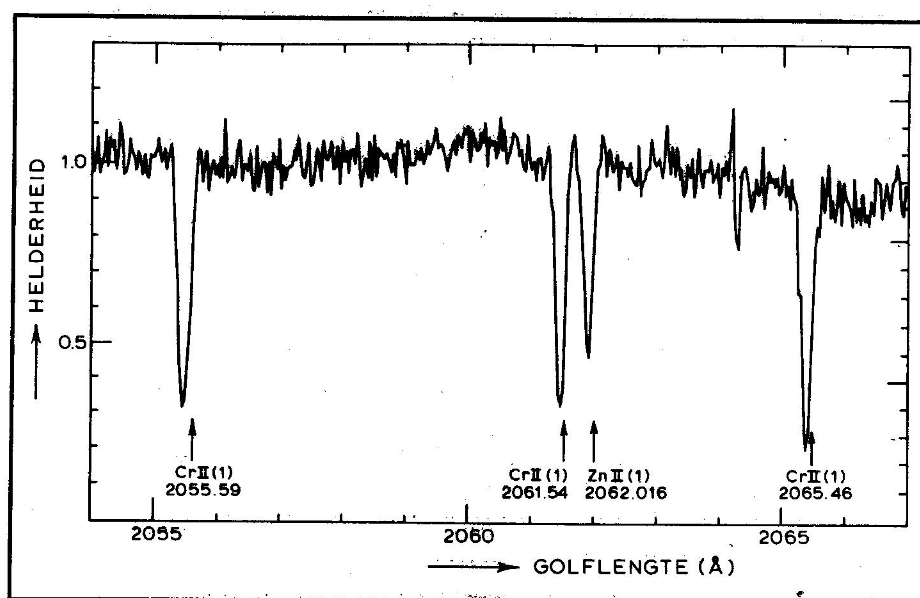
- Studie van Wolf-Rayet sterren (Van der Hucht)
- Röntgendubbelsterren (Lamers)
- Massa-uitstoting door hete sterren (De Jager, Lamers)
- Korte tijdsvariaties in de sterwind (De Jager, Lamers)

Deze onderzoekingen vinden voortgang. Reeds nu kan worden opgemerkt dat het laatstgenoemde onderzoek, waarvoor door ons een internationale campagne is opgezet, tijdsvariaties van de orde van uren heeft

te zien gegeven. Deze wijzen op instabiliteit van de sterwind zelf of van de onderliggende ster.

In een onderzoek naar de ultraviolette fluksverdeling van Wolf-Rayet sterren vond Van der Hucht (beschreven in zijn proefschrift) een duidelijke korrelatie tussen een tekort aan UV-straling en een overschot aan infrarood straling. Dit wijst erop dat zelfs de zeer hete Wolf-Rayet sterren omgeven kunnen zijn door stof.

Voor het doen van nieuwe waarnemingen wordt de spektrograaf van het BUSS-instrument verbeterd tot een resolutie van 0.03 Å (thans 0.10 Å). Voor dit nieuwe projekt is kontakt aangeknoopt met het Astronomy Department van de University of New Mexico (USA), dat als Amerikaanse partner wil participeren. Het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek zal echter een groter aandeel in het projekt hebben dan in het verleden, door ook verantwoordelijk te zijn voor de teleskoop, een gedeelte van de gondel en de grondapparatuur.



Spektrale lijnen van de elementen chroom en zink in het spektrum van Antares. Deze absorptielijnen ontstaan in de koele buitenschil rond Antares. De kontinue straling (zichtbaar tussen de lijnen), komt van de begeleider: α Sco B.

Onderzoeksveld: *Röntgenstraling van de Zon*

Het onderzoek heeft betrekking op de waarneming en interpretatie van stoten röntgenstraling van de Zon. Analyse van tijdsprofielen en spektra. Versnellingsmechanismen.

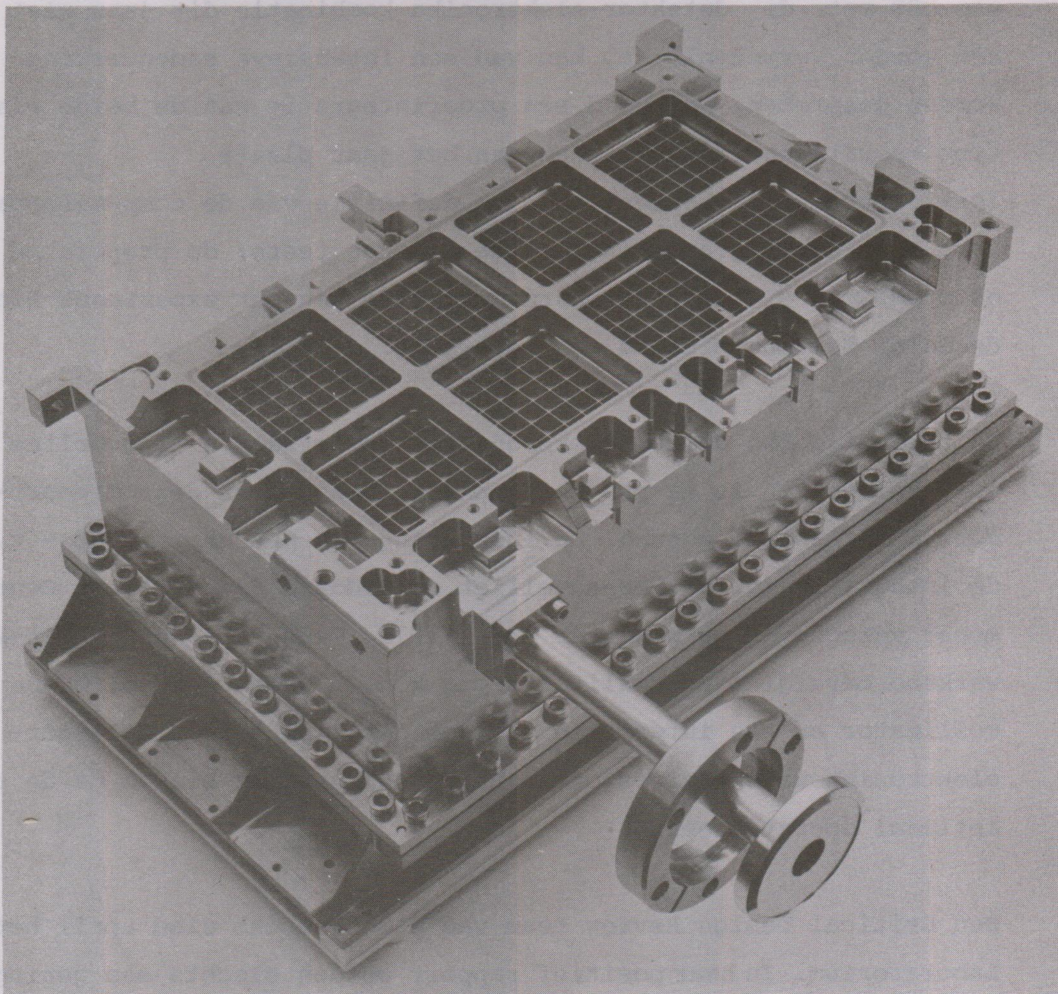
Medewerkers: H.F. van Beek, A. Boelee, A. Duijveman, J.N. van Gils, Th. van Grunsven, C.J.T. Gunsing, R. Hoekstra, P. Hoyng, C. de Jager, H. Lafleur, H. Maseland, R. Mewe, J. Schrijver, Z. Svestka.
Technische medewerkers:
Fysische Afdeling: T.E. d'Arnaud, J.J. van der Laan, W.H. Mels, H. Nijman, Z. Salverda
Fijnmechanische Afdeling: A. van Dongen, J. van Genechten, K. van Hal, A. van der Horst, P. van Kralingen, J. Leeman, R. van der Meij, P. van Rens, G. Velders, P. Versteeg, G. van Westen, P. Zandee
Elektronische Afdeling: C. van Dijkhuizen, J. van Geffen, H. Goulooze, P. de Groene, R. van der Haar, W. Hoogenraad, H. Imhof, C. du Maine, T. Peters, A. Rook, M. Rijnsent, J. Veenendaal, K. Veldkamp
Datagroep: M. Galama, F. Werkhoven, G. Wiersma

Medewerkende instituten:
- University of Birmingham, Department of Space Research, UK
- University of California, San Diego, USA

Deelonderzoekingen:
1. Ontwikkeling en bouw van een 'Hard X-ray Imaging Spectrometer voor de Solar Maximum Mission'
2. Onderzoek van versnellings- en verwarmingsverschijnselen in zonnevlammen
3. Interpretatie van röntgen-opnamen van de Zon verkregen met Skylab

De Hard X-ray Imaging Spectrometer die door het Laboratorium, in samenwerking met de Universiteit van Birmingham, Engeland, gebouwd zal worden voor de grote Amerikaanse Solar Maximum Mission bestaat in wezen uit drie onderdelen. Een collimator van het 'zeefplaat-type' collimeert de röntgenstraling van een deel van het oppervlak van de Zon (ca. 3' doorsnede) op een stelsel van een duizendtal z.g. mini-proportionele telbuizen waardoor een scheidend vermogen in het beeldvlak wordt verkregen van ca. 8". De gegevens verzameld door dit instrument leveren afbeeldingen in verschillende golflengtegebieden die de onderzoekers in staat moeten stellen inzicht te verkrijgen over de plaats op de Zon waar de allereerste uitbarstingen van röntgenstraling plaatsvinden tijdens het optreden van zonnevlammen. Deze waarnemingen zouden kunnen helpen het probleem van de initiële gebeurtenissen die aanleiding tot de zonnevlam geven te lokaliseren en de natuurkundige processen waardoor ze ontstaan te begrijpen.

Ook in 1978 vergde de bouwfase veel mankracht van het Laboratorium. Dit jaar kenmerkte zich door het suksessievelijk oplossen van een aantal grote technische problemen, niet ongebruikelijk bij de overigens noodzakelijke toepassing van nieuwe en nauwkeurige technieken. De produktie van de mpc's (mini-proportional counters) moest stapsgewijs verbeterd en voltooid worden. Het oplossen van onverwachte materiaal- en konstruktieproblemen, een strakke produktiebegeleiding bij de leverancier en de vele kwalifikatieprocedures vergden meer tijd en mankracht dan voorzien was.
Hoewel in augustus voor het solderen van de mpc's in de detektorbodem nog geen goede oplossing bleek te zijn gevonden, kwamen eind 1978 twee detektoren met elk 450 mpc's gereed. Een detektor, geassembleerd met de bijbehorende elektronika, doorstond de thermisch vacuum test en de andere de vibratie test.
Door het opstellen van een uitvoerig meetprogramma aan de collimatorplaten tezamen met een aangepaste integratieprocedure konden deze platen met grote optische precisie worden geintegreerd, en ook in de collimator worden gealigneerd.



Een van de twee met Xenon-gas gevulde HXIS detektoren. Zichtbaar is het ondersteuningsrooster van het Be intreevenster. Ieder vierkantje korrespondeert met een mini-proportional counter, waarvan er 450 in de bodem gesoldeerd zijn. De vulpijp met flens wordt naderhand verwijderd.

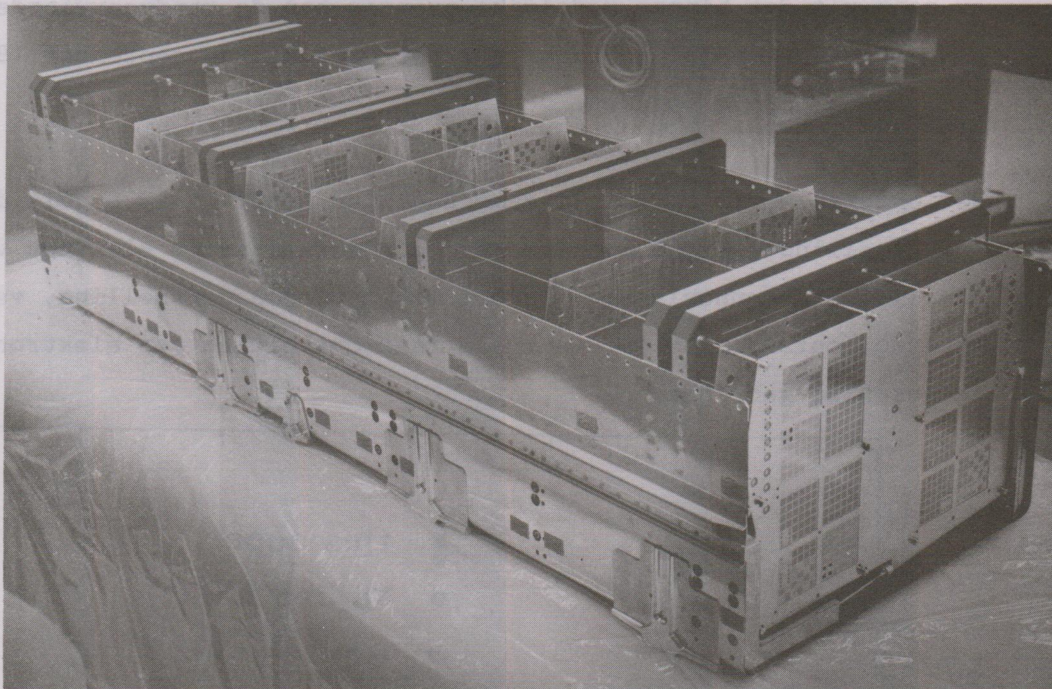
Een aantal konstruktieve problemen rond de collimatorstruktuur, speciaal waar het de ondersteuning betrof, konden in de loop van het jaar worden opgelost.

Hoewel een volledige integratie van de datahandling elektronika van DSR met de detektor-elektronika kombinatie dit jaar niet kon worden verwezenlijkt, kan van een intensieve samenwerking worden gesproken. Wel vond een proefintegratie van de beide elektronikasystemen in het midden van het jaar plaats.
Intern werd verder gewerkt aan de definitie van de computerapparatuur en de programmering van de diverse tests; de preparatie van de programma's t.b.v. de waarnemingsfase van het experiment binnen de Solar Maximum Mission vond doorgang.

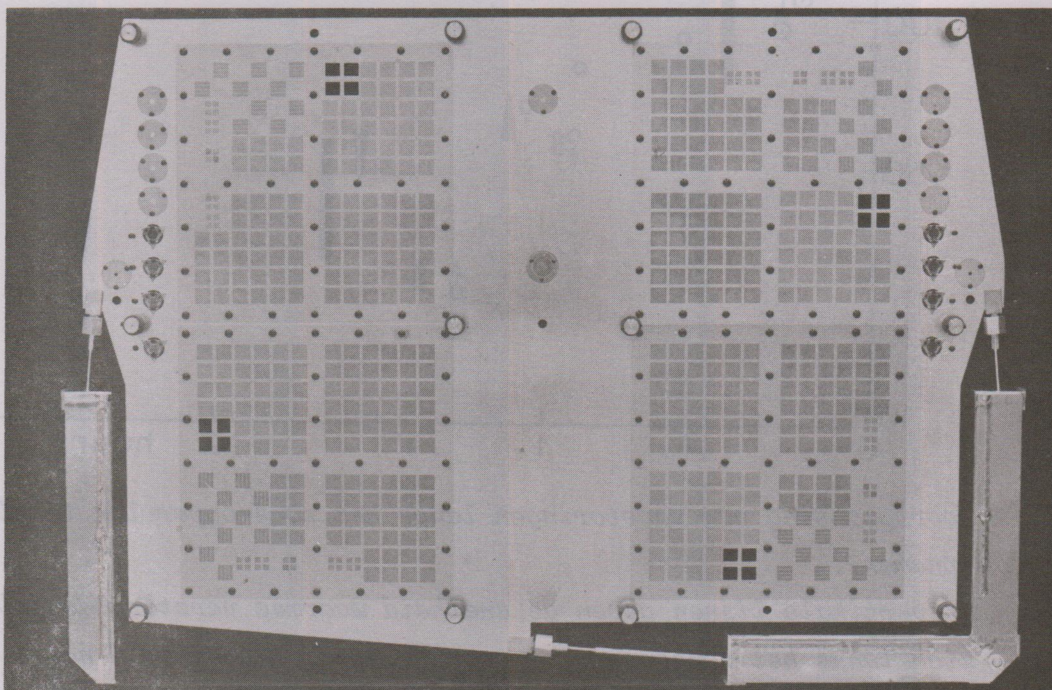
De tegenslag bij de detektorproduktie veroorzaakte tijdverlies en veel knelpunten in de projektplanning. Deze moest daarom voortdurend bijgesteld worden. De inlevering van het experiment - t.b.v. de integratie met de SMM-satelliet op Goddard Space Flight Center - moest verschoven worden naar april 1979. Mede door een intensieve werkvoorbereiding en kwaliteitszorg kon 1978 met een voltooide collimator en een integratie van een detektor met de detektor-elektronika worden afgesloten. Beide subsystemen bleken na de tests optimaal operationeel.

Een Critical Design Review team van NASA bezocht eind april het Laboratorium. In haar positief rapport werden slechts een gering aantal ondersteunende aanbevelingen vermeld. In het algemeen kan van een doelmatige samenwerking met het SMM-Project Office worden gesproken.

Met de voorbereiding van de organisatie en de samenstelling van de stafbezetting tijdens de waarnemingsfase (gedurende een jaar na de lancering op 18 oktober 1979) is gestart.



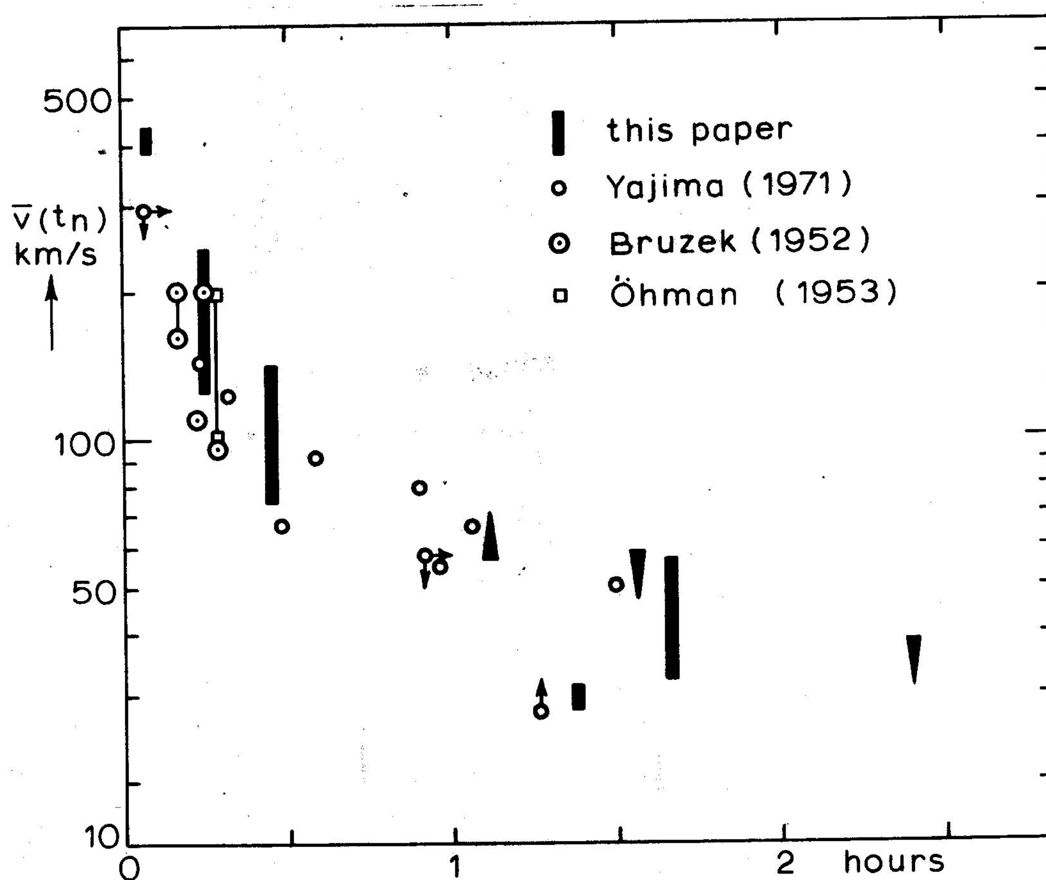
Gedeeltelijk geintegreerde HXIS collimator zonder thermische beschermingsdeken en zonder thermisch filter.



Een HXIS collimatorplaat met Wolfraam rooster. Zowel links als rechts zijn patroontjes aangebracht ten behoeve van de optische alignering van de collimatorplaten.

Tevredenheid kan bestaan t.a.v. de budgettaire situatie. Het ziet er naar uit dat binnen redelijke grenzen aan de randvoorwaarden, vermeld in de budgetaanvrage voor het projekt van september 1977 zal kunnen worden voldaan.

Het onderzoek van versnellingsmechanismen heeft in 1978 geleid tot de opstelling van een model voor z.g. 'eerste traps elektron versnelling' in zonnevlammen. In dit model worden versnelling, verhitting, ontsnapping en eventuele zelf-opsluiting van elektronen in rekening gebracht.



Voortplanting van verstoringen langs het zons-oppervlak (Skylab-opnamen).
De vertikale lijnen geven de snelheid waarmee verstorende golven zich langs het zonsoppervlak voortbewegen. De snelheid neemt af met toenemende afstand. Dit verschijnsel, nog onverklaard, is in goede overeenstemming met vroegere schattingen van de tijd waarin verstoringen die aanleiding gaven tot plotselinge verdwijningen van protuberansen zich zouden moeten voortbewegen.

Een van de belangrijke ontdekkingen die in het begin van de zeventiger jaren werd gedaan, toen gedetailleerde röntgen-opnamen van de Zon beschikbaar kwamen, was dat op ieder opgenblik het zonsoppervlak enkele tientallen heldere röntgenpunten toont, die elk een beperkte levensduur hebben. Hun levensloop schijnt samen te hangen met het opduiken en weer verdwijnen van magnetische fluksbuizen aan het zonsoppervlak. Nader onderzoek van de levensloop van deze röntgenpunten, aan de hand van reeksen opnamen verkregen met Skylab, toonden de volgende wetmatigheid: alle punten die zich in aktieve gebieden ontwikkelen, worden geboren op de grenzen van het supergranulatie-netwerk, een magnetisch netwerk dat de hele Zon overdekt. Buiten de aktieve gebieden kunnen de punten echter overal ontstaan en is hun voorkomen klaarblijkelijk niet gebonden aan het netwerk. Dit wijst erop dat de magnetische fluksbuizen in aktieve gebieden een andere oorsprong hebben dan de meerderheid van de heldere röntgenpunten, die buiten de aktieve gebieden voorkomen.

Een ander verschijnsel waar de reeksen Skylab-opnamen duidelijkheid over hebben kunnen leveren betreft de voortplanting van storingsgolven over het zonsoppervlak. Reeds lang kennen zonsonderzoekers de z.g. 'disparitions brusques': het plotseling verdwijnen van protuberansen van de Zon, waargenomen in de kern van de Hα waterstoflijn. Deze verdwijningen kunnen ofwel op een werkelijk verdwijnen van de protuberansen duiden, maar kunnen ook gesimuleerd worden doordat de protuberans versneld wordt en zo uit het golflengtegebied verdwijnt. Vroegere onderzoekers zagen verband tussen het optreden van vaak vèraf gelegen zonnevlammen en de verdwijningen en konden zelfs de snelheid schatten waarmee het verstorende agens zich over het zonsoppervalk voortplant. De röntgen-opnamen verkregen aan boord van Skylab gaven voor het eerst de mogelijkheid te verstoringen te zien en de snelheid waarmee ze zich voortplanten te meten. Deze gemeten snelheden blijken goed overeen te stemmen met de vroeger geschatte waarden. Evenwel blijken de verstoringen niet te ontstaan in

zonnevlammen, maar in eruptieve protuberansen. De aanvankelijke misvatting is begrijpelijk, omdat dergelijke protuberansen vaak, maar niet altijd met zonnevlammen samenhangen.

Een gedetailleerd onderzoek van de 'two-ribbon-flare' van 29 juli 1973, waargenomen aan boord van Skylab toonde aan dat de afkoelingstijd van de individuele vlamlussen veel korter is dan de leeftijd van de vlam zelf. Dat betekent dat het vrijkomen van energie in de vlam óók in de latere fasen daarvan moet optreden: een vlam wordt kennelijk niet veroorzaakt door één enkele energie-injektie of -vrijmaking. Waarschijnlijk is dat een bevestiging van de ideeën van Kopp en Pneuman dat individuele vlamlussen zich achtereenvolgens verbinden, een proces dat in sommige vlammen zelfs enkele uren kan duren.
Deze resultaten duiden aan dat deze twee-banden-vlam ontstond door her-verbinding van magnetische veldlijnen op een uitgestrekt stroomvlak. Dit stroomvlak vormde zich waarschijnlijk in het 'kielzog' van een eruptieve protuberans. Dit sluit vanzelfsprekend geheel niet uit dat vlammen van andere typen door andere processen zouden worden teweeggebracht.

Laboratorium- en grondexperimenten; voorbereiding voortgezet onderzoek

Voor de ontwikkeling van detektie apparatuur met een groter ruimtelijk scheidend vermogen is een onderzoek gestart voor de ontwikkeling van een z.g. positie gevoelige proportionele detektor (PGD), gevoelig in het zachte röntgengebied (met $\lambda \gtrsim 5$ Å) en ook in het z.g. vakuum ultraviolet ($\lambda > 100$ Å). Het is de bedoeling met deze detektor, geplaatst achter een röntgen optisch systeem, gedetailleerde strukturen van objekten aan de hemel waar te nemen en geplaatst achter een open transmissietralie kan het zachte röntgen spektrum worden vastgelegd.

Bij de bouw van een proto-type detektor is gebruik gemaakt van de dunne film techniek, die in het laboratorium beschikbaar is, om een anodeplaat opgebouwd uit evenwijdige stroken te maken. Met deze detektor zijn met verschillende soorten gasmengsels de grootte van de elektronenwolk gemeten, zoals deze op de anode aankomt. Deze wolkgrootte heeft een direkte relatie tot de uiteindelijke positie-resolutie, die bereikbaar is. Dit blijkt duidelijk van de gassamenstelling afhankelijk te zijn. De gemeten wolkgrootten zijn vergeleken met berekende waarden op grond van de (weinige) gegevens in de literatuur. Hierbij blijken deze waarden maar ten dele door onze metingen bevestigd te worden. Aan het einde van het jaar zijn de voorbereidingen voor een 'één-dimensionale' detektor praktisch voltooid. Met deze detektor kan de positie-resolutie voor de verschillende gasmengsels gemeten worden en deze resultaten kunnen dan vergeleken worden met die, welke afgeleid zijn uit de wolkgrootte metingen met de proto-type detektor. Tevens is begonnen met ontwerp en bouw van een twee-dimensionale detektor + bijbehorende elektronische uitleesapparatuur.
Deze ontwikkeling wordt uitgevoerd in samenwerking met de Werkgroep Kosmische Straling te Leiden.

De kontinue waarneming van uiteenvallingsprodukten (neutronen en mesonen van de kosmische stralingsdeeltjes, vindt plaats met de neutronenteller-mesonenteleskoop geplaatst in een gebouw op het universiteitsterrein De Uithof, Utrecht. Dit onderzoek dat gedaan werd in samenwerking met Dr. Jongen en medewerkers van de Universiteit van Amsterdam werd eind 1978 afgesloten; enkele maanden daarvoor promoveerde te Amsterdam M. Arens op een proefschrift dat gedeeltelijk betrekking had op waarnemingen verricht met het instrument. De neutronen-monitor is door de eigenaar (ZWO) nu ter beschikking gesteld van het I.K.O. te Amsterdam.

4. ONDERWIJSVERSLAG 1 SEPTEMBER 1977 - 31 AUGUSTUS 1978

1. *Commissies*

1.1. *Onderwijscommissie van de Vakgroep*

Samenstelling op 31 augustus 1978: M. Kuperus (vz), W. de Graaff, C. Zwaan, A. Schadee, J. Schrijver, mej. K.H. Kieboom, H. Hubenet (sekr.) (1 vakature, student).

Aantal vergaderingen: 3.

Belangrijkste onderwerpen: Naast routinezaken, zoals onderwijsprogramma en goedkeuring bijvakkombinaties werd tijd besteed aan: evaluatie van de interacademiale colleges (in de boezem der commissie gerezen ongerustheid over het goed funktioneren van dit instituut werd (gelukkig) slechts zeer gedeeltelijk door een onder de studenten gehouden enquête bevestigd), herprogrammering (na nog eens over het onderwerp te hebben gesproken, werd besloten het verder te laten rusten, gezien de onzekerheid betreffende de invoering van de nieuwe programma's), verlichting hoofdvak t.b.v. de didaktische komponent (in zake deze aangelegenheid werd positief geadviseerd, maar i.v.m. de adviezen van andere vakgroepen werd hier toch niet toe overgegaan).

1.2. *Onderwijscommissie van de Sektie Sterrekunde van de Academische Raad (OCSS)*

Utrechtse vertegenwoordigers: A.D. Fokker en W. Boland (student).

Aantal vergaderingen: 2.

Belangrijkste onderwerpen: de interacademiale colleges en de herziening van het Academisch Statuut.

1.3. *Andere commissies en funkties*

H. Hubenet: Begeleidingscommissie Basisnatuurkunde, Onderwijscommissie SFN&S/deelcommissie natuurkunde. Vaste Examencommissie en Commissie Herprogrammering Natuurkunde.

H.G. van Bueren: voorzitter Beleidsorgaan Herstrukturering Aardwetenschappen.

M. Kuperus: buitengewoon hoogleraar in de sterrekunde bij het Departement Wiskunde van de Universitaire Instelling Antwerpen te Wilrijk (België).

C. de Jager: geaggregeerd hoogleraar Vrije Universiteit te Brussel.

C. Zwaan: bleef deel uitmaken van de Onderwijscommissie van de Nederlandse Astronomenclub, welke teksten prepareert voor het onderwijs.

2. *De 35e Nederlandse Astronomenkonferentie* werd door het Sterrekundig Instituut van de Universiteit van Amsterdam georganiseerd en van 17 t/m 19 mei 1978 in het Strandhotel Beekman te Vlieland gehouden. Van de 105 deelnemers kwamen er 31 uit Utrecht; van de 22 voordrachten werden er 8 door Utrecht verzorgd.

3. *Voorkandidaatsonderwijs*

3.1. *Aantallen studenten*

Het volgende tabelletje - ontleend aan het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde en aan eigen gegevens - toont de verdeling van de aantallen eerstejaarsstudenten over de Nederlandse universiteiten in de jaren 1976 t/m 1978. Vergeleken bij de jaren 1976 en 1977 geeft de relatieve bijdrage van Utrecht voor 1978 helaas een teruggang te zien.

	1976	1977	1978
Universiteit van Amsterdam	5	8	12
Rijks Universiteit Groningen	6	10	8
Rijks Universiteit Leiden	20	12	24
Kath. Universiteit Nijmegen	0	5	7
Rijks Universiteit Utrecht	32+15)	28+17)	14+12)
	63+15*)	63+17*)	65+12*)

*) A1 + A0 (A0 kent men elders niet; deze studenten zullen elders verdeeld zijn over natuurkunde, sterrekunde en wiskunde).

Het aantal kandidaten met hoofdvak sterrekunde te Utrecht, dat met een enkele fluktuatie sedert 1970 gestaag is toegenomen, toont ook een - zij het kleine - teruggang.

peildatum	kandidaten bezig of klaar met praktisch werk	kandidaten sterrekunde
1 sept. 1970	13 (3 th.)	15
1 sept. 1971	13 (3 th.)	16
1 sept. 1972	11 (3 th.)	15
1 sept. 1973	14 (3 th.)	22
1 sept. 1974	19 (4 th.)	28
1 sept. 1975	23 (3 th.)	30
1 sept. 1976	25 (5 th.)	33
1 sept. 1977	27 (2 th.)	36
1 sept. 1978	26 (1 th.)	32

Het verschil tussen de aantallen in kolom 2 en 3 geeft dus het aantal studenten dat kandidaatsexamen heeft gedaan en te kennen heeft gegeven in sterrekunde te willen doorgaan, maar nog niet met het praktisch werk (dat begint met de z.g. oriënteringsronde) is begonnen.
Tussen haakjes de aantallen studenten met de hoofdrichting theoretische sterrekunde; aantallen ook opgenomen in de getallen vóór de haakjes.

3.2. *1ste-jaars kollege*

Algemene kollege:

docent	onderwerp	aantal kollege-uren	aantal studenten
H. Hubenet	inleiding	16	104
H. Lamers	inwendige bouw en evolutie van sterrenstelsels	26	77
A. Schadee	steratmosferen	26	88

3.3. *1ste-jaars praktikum*

Algemene praktikum I(1):

Dit praktikum wordt in het tweede semester gegeven.

Medewerkende stafleden: A. Kattenberg, J. Kuijpers, W. de Graaff en H. van der Stadt.

Aantal studentassistenten: 4.

Aantal inschrijvingen: 82.

Aantal groepen: 4.

Aantal avonden per groep: 15 of 16.

3.4. *2de-jaars kolleges*

a. Vervolg algemene kollege:

docent	onderwerp	aantal kollege-uren	aantal studenten
W. de Graaff	hemelmechanica	16	56
A.D. Fokker	ijle materie	16	58
J.R.W. Heintze	sterrenstelsels	16	62
T. de Groot	geschiedenis van het Heelal	8	60

b. Keuzekolleges

docent	onderwerp	aantal kollege-uren	aantal studenten
J.R.W. Heintze	dubbelsterren	30	37
J. Heise	neutronensterren en pulsars	30	43

3.5. *2de-jaars praktika*

a. Vervolg algemene praktikum I(2):

Dit praktikum wordt in het 1ste semester gegeven.

Medewerkende stafleden: W. de Graaff (6 avonden), W. Weber (6 avonden), A.D. Fokker (5 avonden), J.R.W. Heintze (9 avonden) en J. Kuijpers (8 avonden).

Aantal studentassistenten: 3.

Aantal inschrijvingen: 49.

Aantal groepen: 3.

Aantal avonden per groep: 11 à 12.

b. Voortgezette praktikum II:

Dit praktikum wordt in het 2de semester gehouden.

II-th., theoretisch deel.

Leider: T. de Groot.

Aantal aanmeldingen: 13.

II-th instr., instrumenteel deel.

Leiding: H. Nieuwenhuijzen en C.J.Th. Gunsing.

Aantal aanmeldingen: 12.

Praktikum II is alleen verplicht voor A1-studenten.

4. *Nakandidaatsonderwijs*

4.1. *Nakandidaatskolleges*

docent	onderwerp	aantal studenten
C. Zwaan	steratmosferen (hoofdkollege, 2 j.u.)	28 (2 uit Amsterdam)
T. de Groot/ J. van Nieuwkoop	informatievergaring in de sterrekunde (keuzekollege 1ste sem., 1 j.u.)	13
A.G. Hearn	stercorona's en massaverlies (keuzekollege 2de sem., 1 j.u.)	8

Het interacademiale kollege werd uitgesteld tot het 1ste semester van de kursus.

4.2. *Colloquia e.d.*

a. Colloquia

Op de Sterrewacht werden 33 colloquia gehouden. De sprekers kunnen in de volgende kategorieën ondergebracht worden:

8 uit het buitenland: Holt (Dundee), Icke (Berkeley), Berkhuijsen (Bonn), Slemzin (Moskou), Hoskin (Cambridge), Melrose (Boulder), Mihalas (Boulder/Oxford), Jones (Cambridge).

3 uit Leiden: Greenberg, Norman, Van Schooneveld.

1 uit Amsterdam: De Jong.

1 uit Amersfoort: Brongers (over Stonehenge).

3 buitenlanders die tijdelijk in Utrecht werkzaam waren: Smith, Haisch, Vardavas.

10 Utrechtse stafleden en promovendi.

9 Utrechtse studenten

(Tweemaal waren er op een colloquium twee sprekers!)

De volgplicht voor studenten en de kontrôle daarop werd afgeschaft, zodat bezoekersaantallen niet meer bekend zijn. De colloquia stonden onder leiding van H.G. van Bueren.

b. Literatuurbesprekingen en werkcolloquia

De maandelijkse literatuurbesprekingen o.l.v. J. Houtgast en de maandelijkse werkcolloquia, nu o.l.v. J. Kuijpers, werden voortgezet en wel op maandag tijdens de lunchpauze. De belangstelling van de studenten hiervoor nam toe en de studenten gingen meer gebruik maken van de mogelijkheid een spreekbeurt op het 'grote' colloquium te vervangen door twee bijdragen van een half uur aan deze bijeenkomsten. In de loop van het jaar kwamen voor deze maandagse lunches er ook nog de rond-de-tafel-literatuurbesprekingen (korte referaatjes van 5 à 10 minuten over recente literatuur) en de verslagen uit de afdelingen bij.

4.3. *Inschakeling van de studenten bij het wetenschappelijk onderzoek*

Aan het einde van de verslagperiode waren er vermoedelijk 32 kandidaten met hoofdvak sterrekunde, waarvan 5 met hoofdrichting theoretische sterrekunde. Van de 32 waren er 6 nog niet begonnen, 1 zojuist uit militaire dienst en 25 bezig of juist klaar met een klein, groot of theoretisch onderzoek en wel als volgt verdeeld over de groepen:

	klein	groot	theor.	totaal
zon	1	1		2
sterren	1	6	1	8
radio-astronomie		2		2
optica	1	3		4
ruimte-onderzoek	5	4		9
totaal	8	16	1	25

9 natuurkunde studenten waren werkzaam bij het ruimte-onderzoek in het kader van hun praktisch werk natuurkunde.

4.4. *Waarnemingen door de kandidaten*

Wederom was H. Nieuwenhuijzen verantwoordelijk voor dit programmaonderdeel (althans voor zover de waarnemingen geen deel uitmaken van een klein of groot onderzoek). De behoefte aan een teleskoop in een gebied met een behoorlijk waarnemingsklimaat bleef bestaan. Gelukkig ziet het er thans naar uit, dat dankzij de aktiviteiten van J.R.W. Heintze de Van Stratenkijker in Zwitserland opgesteld kan worden.

4.5. *Specialisatie observationele sterrekunde*

Per 1 september 1978 was er slechts één student die zich door de keuze van het grote bijvak 'beginselen van de observationele sterrekunde' wilde specialiseren in de observationele sterrekunde. Anderzijds waren er enige studenten (waaronder een natuurkundestudent) met belangstelling voor een klein bijvak 'beginselen van de observationele sterrekunde'.

Het door J. van Nieuwkoop in het kader van dit bijvak in het 2de semester gegeven kollege werd door 4 studenten bezocht (waarvan één fysicus).
A.D. Fokker gaf voor 2 studenten een privatissium over Fourier-transformaties.

4.6. *Diversen*

Zomer 1978 verscheen bij de Staatsuitgeverij de beroepenmonografie 'Astronoom' waarvan de tekst verzorgd werd door J. Houtgast.

5. *Tentamens, examens en promoties*

5.1. *Tentamens voor het kandidaatexamen*

algemene kollege

docent	onderwerp	mondeling	schriftelijk
H. Hubenet	inleiding		95 1)
H. Lamers	inwendige bouw en evolutie		72
A. Schadee	steratmosferen	2	66
W. de Graaff	hemelmechanica	1	53
A.D. Fokker	ijle materie	1	48
J.R.W. Heintze	sterrenstelsels	3	54
T. de Groot	geschiedenis van het Heelal		42

keuzekolleges:

docent	onderwerp	mondeling	schriftelijk
J.R.W. Heintze	dubbelsterren	10	
J. Heise	pulsars en neutronensterren		19 2)
J.M.E. Kuijpers	extragalaktische sterrenstelsels	4	
O. Namba	planetenfysica	2 3)	
J. van Nieuwkoop/ H. van de Stadt	instrumentatie in de sterrekunde	1	

1) multiple choice
2) schriftelijke tests
3) mondeling eindtentamen na 2 schriftelijke tests

5.2. *Tentamens voor het doctoraalexamen*

Vaak worden deze tentamens in de vorm van een scriptie afgenomen.

hoofdkolleges:

docent	onderwerp	
E.P.J. van den Heuvel	sterinwendige en evolutie van sterren	1 [1)]
C. de Jager	sterinwendige en evolutie van sterren	9
C. Zwaan	steratmosferen	20
M. Kuperus	plasma-astrofysica	1

interacademiale kolleges:

T.S. van Albada (Gron.)	dynamica sterren-stelsels	1

keuzekolleges:

H.G. van Bueren/ J.M.E. Kuijpers	golven in plasma's	1
T. de Groot/ J. van Nieuwkoop	informatievergaring in de sterrekunde	1
A.G. Hearn	stercorona's en massaverlies	5
J. van Nieuwkoop/ A.D. Fokker/T. de Groot	radiofysica van de corona	1

1) aantal studenten uit Utrecht nog door Prof. E.P.J. van den Heuvel (thans Universiteit van Amsterdam) getentamineerd.

5.3. *Examens*

a. Kandidaatsexamens met sterrekunde als hoofdvak of bijvak:

A1 - 3, A0 - 6, N1 - 20, W3-stk - 2; totaal - 31.

b. Doctoraalexamens met sterrekunde als hoofdvak of bijvak:

hoofdvak, algemene richting - 6

hoofdvak, theoretische richting - 3

klein bijvak bij natuurkunde - 4

5.4. *Promoties*

Op 1 september 1978 waren er aan het Sterrekundig Instituut 17 promotie-onderzoeken lopende. In de loop van het verslagjaar werd 1 proefschrift voltooid:

16 januari: W.J. Weber, The dynamics of coronal magnetic structures.
Promotor: Prof.Dr. M. Kuperus.
Co-referent: Dr. B. van Leer.

C. Zwaan was co-referent bij de promotie van G.C.M.J. Hammerschlag-Hensberge op een proefschrift getiteld: Optical and ultraviolet studies of X-ray binaries and magnetic stars.
(Universiteit van Amsterdam, promotor: Prof.Dr. E.P.J. van den Heuvel, 30 november 1977).

5. POSTDOCTORAAL ONDERWIJS; POPULARISERING

1. *Postdoctoraal onderwijs*

Op vier avonden, in februari 1978 werden voordrachten gehouden in het kader van de Kolleges Sterrekunde voor Afgestudeerden, die jaarlijks door het Sterrekundig Instituut te Utrecht worden georganiseerd. Het thema was 'Gasstromen en Massaverlies van Zon en Sterren'. Sprekers en onderwerpen waren:

Prof.Dr. C. de Jager	: Het massaverlies van de Zon
Dr. W. de Graaff	: Wolken van snelle deeltjes van de Zon en hun wisselwerking met de Aarde
Dr. H.J.G.L.M. Lamers	: Hete sterren die materie uitstoten
Dr. H.J.G.L.M. Lamers	: Koele sterren die materie uitstoten.

Gemiddeld waren er 25 bezoekers per avond.

2. *Popularisering*

Veel personeelsleden dragen intensief bij tot de popularisering van de sterrekunde: door het houden van voordrachten, het schrijven van artikelen of door zitting te nemen in besturen en commissies die zich op dit gebied bewegen. Prof. C. de Jager was voorzitter van het bestuur van de Stichting 'De Koepel' en voorzitter van het bestuur van de Stichting Volkssterrenwacht 'Simon Stevin'. De aktiviteiten van de Werkgroep 'Kunstmanen' van de Stichting 'De Koepel' vinden steun in het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek. Het volgend overzicht geeft de aantallen gehouden populaire voordrachten:

Voordrachten

H.F. van Beek	4
H.G. van Bueren	2
G.J. van Dijen	1
A.D. Fokker	4
W. de Graaff	21
T. de Groot	5
J.R.W. Heintze	4
R. Hoekstra	1
P. Hoyng	2
C. de Jager	5
Th.M. Kamperman	4
J.M.E. Kuijpers	3
M. Kuperus	2
H.J.G.L.M. Lamers	6
J.J. van Rooijen	1
M.J. Rijnsent	1
R. Rutten	2
A. Schadee	7
H. van de Stadt	1
G. Stevens	1
Z. Svestka	1
C. Zwaan	4

De Sterrewacht verzorgde 19 rondleidingen (meestal op zaterdagmorgen o.l.v. oudere studenten).
Het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek verzorgde 6 rondleidingen.

6. PERSONEEL

6.1. *Vakgroep Sterrekunde* (situatie op 31 december 1978)

wetenschappelijk personeel:

A. Achterberg
A.A. van Ballegooijen
H.G. van Bueren
A.D. Fokker
T. de Groot
R.H. Hammerschlag
A.G. Hearn
J.R.W. Heintze
H. Hubenet
A. Kattenberg
M. Kuperus
J.M.E. Kuijpers
O. Namba
H. Nieuwenhuijzen
J. van Nieuwkoop
R.J. Rutten
A. Schadee
H. van der Stadt
W. van Tend
F. Verbunt
A.H. van Vliet
C. Zwaan

technisch, administratief en huishoudelijk personeel:

H.J. van Amerongen

D. van Bekkum

G.A. Bertram-Van Dam

J.F. van der Biezen

J.J. Brants

J.W. van der Broek

A.J. van Drie

G.P. van Gelder

G.W. Geijtenbeek

J.L. van Hensbergen

C.P. van de Heuvel-Haars

F.W. Hoogendoorn

C.M. Huussen-Geurtsen

C.F.M. Jansen

H.C.M. Jansen

J.H. Jonkers

D.H. Kamerbeek

R. van de Klomp

E. Landré

T.J.J. Gerrits

A.C. de Landtsheer

P.C.H. Martens

I. Nagtegaal

J.G. Odijk-Nijenhuis

J. Otten

H.J. Repelaer van Driel

J.H. Rosenbaum

H.J.M. Spiegels-Vervoorn

R.A. van Stappershoef

H.P. Stoops-Rens

L.H. Tapperman

H.C. van Tessel-Van Dalen

G. van Voorst

W.J. Wimmers

E.J. van der Zalm

6.2. *Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek*

wetenschappelijk personeel

H.F. van Beek
A. Boelee
A.J.F. den Boggende
A.C. Brinkman
M. Burger
A. Duijveman
J.H. Dijkstra
J.N.A.M. van Gils
W. de Graaff
E.H.B.M. Gronenschild
C.J.T. Gunsing
J. Heise
R. Hoekstra
P. Hoyng
K.A. van der Hucht
C. de Jager
T.M. Kamperman
H.T.J.A. Lafleur
H.J.G.L.M. Lamers
H.V.A.M. Maseland
R. Mewe
P.E. Noorman
G.C.M. Reijnen
J.J. van Rooijen
J. Schrijver
G.A. Stevens
Z. Svestka

technisch, administratief en huishoudelijk personeel:

F.I.A. Ammerlaan
S. Anthony
T.E. d'Arnaud
E.J. van den Berg
A.J. Berkhout
P. Blom
E.A.M. Bouabbas-Donkerbroek
J.M. Braun
L. van de Brink
P. Burggraaf
H.B. Buurmans
D.C. van Cooten
A. van Dongen
B.M.C. Domsdorf
A. Dröge-Albers
G.J. van Dijen
W.C.A. van Dijkhuizen
E.A.W. Flentge-Surtorius
M.Y. Galama
W.F. P.A.L. Geerlings
J. van Geffen
E. Gelderman
J.M.C. van Genechten
H. Goulooze
P.J. de Groene
R. van der Haar
J. van Hal
J. Heining
A.J. van Hell
M.A. Hilhorst
W.A. Hoogenraad
H.J.A. de Hoogt
A.G. van der Horst

J.P. Imhof

U.D. van der Jagt-Smissaert v.d. Haere

W.F.R. Janssen

A.E.T. José-Veldkamp

P. van Kralingen

J.J.M. van der Laan

M.C. Lahr

L.J. Lantwaard

J.G. Leeman

M. van der Linden

P. Lowes

A.G.W. Maas

C.W.G.M. du Maine

J.M. van der Mark-Klijn

W.A. Mels

Z.N. van der Meij

C.G. Monderen

W.A. Muijsert

C. Müller

A.P. Naber

M.T.B.L. Negenborn

E. Niekerk

H.J. Nijman

T.M.J. Peters

C.M. van Putten

P.C.J. van Rens

A. Rook

F.A. van Rooijen

M.J. Rijnsent

Z.T.R. Salverda

E.W.P. Schrijvers

G.J. Sesink

B. van Steenis-Slabbers

C. Timmerman

J. Veenendaal

G.J.J. Velders

K. Veldkamp

L.G. Verhage

P. Versteeg

J.B. Vogel

A. van Waardenburg

J.C.J. Wagenaar

F.R. Werkhoven

G. van Westen

G.J. Wiersma

W. Zandee

6.3. *Lidmaatschappen van raden, commissies, besturen, redakties, enz.*

H.F. van Beek : - ESA Consultant group for GRIST (Grazing Incidence Solar Telescope)
- NASA Facility Definition Team HXII (Hard X-ray Imaging Instrument)

A.C. Brinkman : - lid Editorial Board van Space Science Instrumentation

H.G. van Bueren : - voorzitter Beleidsorgaan Aardwetenschappen
- voorzitter Wetenschapscommissie Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde
- lid Raad Europese Zuidelijke Sterrewacht ESO
- lid Raad direkteuren Astronomy and Astrophysics
- lid Hoofdredaktie Optics Commucications
- lid Gezondheidsraad, Filosofiecommissie
- lid UNCA

A.D. Fokker : - sekretaris van de Solar Physics Section van de European Physical Society
- voorzitter van de Onderwijscommissie van de Sektie Sterrekunde van de Academische Raad
- lid van de Advisory Committee on Europhysics News

W. de Graaff	: - lid subcommissie Ruimtevaarttechniek van de Wetenschappelijke Commissie NLR/NIVR
T. de Groot	: - lid personeelscommissie Subfaculteit Natuur en Sterrenkunde - lid hoofdbestuur Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrekunde - lid Algemeen Bestuur Stichting 'De Koepel' - lid Sectie Sterrekunde Academische Raad - lid Zoncommissie Stichting Radiostraling Zon en Melkweg
C.J.T. Gunsing	: - ACCU Gebruikers Raad - Sekretaris Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart
A.G. Hearn	: - Organizing Committee, Commission 36, IAU
R. Hoekstra	: - lid van de Vakgroep Optische Faciliteiten van het NCA
P. Hoyng	: - lid Zoncommissie Stichting Radiostraling Zon en Melkweg
H. Hubenet	: - Onderwijscommissie van de Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde, deelcommissie Natuurkunde - idem, deelcommissie sterrekunde - Begeleidingscommissie Basisnatuurkunde

H. Hubenet (vervolg) : - Vaste Examencommissie van de Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde
- Commissie Herprogrammering Natuurkunde
- Bestuur Stichting Utrechts Universiteitsmuseum
- Subfaculteitraad der Natuur- en Sterrenkunde

C. de Jager : - voorzitter Sectie Sterrekunde Academische Raad
- voorzitter Sectie Natuur- en Sterrenkunde, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
- voorzitter Nederlandse Eclips Commissie KNAW
- sekretaris Commissie Jungfraujoch KNAW
- lid Bestuur Nederlands Instituut Vliegtuigbouw en Ruimtevaart
- voorzitter Bestuur Stichting 'De Koepel'
- voorzitter Bestuur Stichting Volkssterrewacht 'Simon Stevin'
- lid Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
- buitenlands lid Koninklijke Vlaamse Academie van Wetenschappen en Schone Kunsten
- buitenlands lid Academie Royale des Sciences, Luik
- buitenlands lid International Academy Astronautics
- President International Council Scientific Unions

C. de Jager (vervolg)	: - sekretaris ISSP (International Solar System Program) - voorzitter Committee Solar-Interplanetary Programs SCOSTEP - voorzitter Steering Committee Solar Maximum Year - lid Space Science Committee of European Science Foundation - President Joint Organization Solar Observations (JOSO) Redakties: - hoofdredaktielid: Solar Physics - idem : Space Science Reviews - Journal Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer - Astrophysics and Space Science - Astrophysics Space Science Library - Memorie della Societa Astronomical Italiana - Geophysics Astrophysics Monographs - Astronomische Nachrichten
T.M. Kamperman	: - lid 'Calibration Working Group' voor de ESA Faint Object Camera - lid 'Instrument Science Team' voor ESA Faint Object Camera
M. Kuperus	: - voorzitter Sectie Sterrekunde van de Onderwijscommissie van de Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde - lid Benoemingscommissie gewoon hoogleraar in de meteorologie - lid van de Zoncommissie van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg van ZWO (SRZM)

M. Kuperus (vervolg)	: - Bestuurslid van de Board of the Division of Astronomy and Astrophysics van de European Physical Society (EPS) - Bestuurslid van Solar Physics Section van de divisie Astronomy and Astrophysics van de EPS - lid Editorial Board 'Solar Physics' - lid Spec Review Panel van NCAR (Boulder)
J.M.E. Kuijpers	: - lid Programmacommissie Westerbork - sekretaris Zoncommissie Stichting Radiostraling Zon en Melkweg
H.J.G.L.M. Lamers	: - lid van 'IUE Selection Committee' van ESA - lid van 'Editorial Advisory Board' Astrophysical Letters
H.V.A.M. Maseland	: - afgevaardigde voor de Program Advisory Committee for the Special Project concerning the Launching of Sounding Rockets
H. Nieuwenhuijzen	: - sekretaris FORTH Users Group - sekretaris FORTH Standard Committee - lid Coudé Spectrograph team van ESO
J. van Nieuwkoop	: - lid financiële commissie Subfaculteit - sekretaris SSAR (Sectie Sterrekundige Academische Raad)

J. van Nieuwkoop (vervolg) : - sekretaris NCA (National Comité Astronomie)
- sekretaris UNCA (uitgebreid National Comité Astronomie)
- lid AB en DB (Algemeen en Dagelijks Bestuur Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg
- voorzitter Werkgroep JIP of CESRA (Joint Interferometer Project) (Committee of European Solar Radio-Astronomy)
- voorzitter Zoncommissie van de SRZM (Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg)

Z. Svestka : - vice-voorzitter van COSPAR, Panel 3B
- IAU vertegenwoordiger voor SCOSTEP
- vice-voorzitter van SCOSTEP Steering Committee on Solar-Interplanetary Phenomena
- vice-voorzitter van SCOSTEP Steering Committee on Flare Build-up Study Project
- voorzitter van de IAU Werkgroep betreffende Flare Build-up Study
- lid NASA Hard X-ray Imaging Facility Definition Team
- Editor-in-Chief of Solar Physics
- lid Editorial Board van 'Geophysics and Astrophysics Monographs'
- lid Editorial Board van 'Astrophysics and Space Science Library'
- leider van de groep betreffende post-flare loops in Team 7 van de ATM Workshop betreffende Flares

Z. Svestka (vervolg) : - korresponderend lid van de International Academy of Astronautics
- vice-voorzitter van SMY Steering Committee
- buitenlands lid Research Physicist aan de University of California, San Diego

A. Schadee : - lid Bestuur Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde
- lid Reglementencommissie Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde
- lid Deelcommissie Sterrenkunde van de Onderwijscommissie Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde

H. van de Stadt : - lid Werkgroep Optische Faciliteiten van het NCA

C. Zwaan : - Sectie Sterrekunde van de Academische Raad
- voorzitter Onderwijscommissie Nederlandse Astronomen Club
- Joint Organization for Solar Observations - Alternative Board Member
- lid Working Group I 'Site Testing'
- voorzitter Working Group III 'Projects and Programmes'
- IAU Commission 10 'Solar Activity': Organizing Committee
- Editoral Board 'Solar Physics'
- Editorial Board 'Astronomy and Astrophysics'
- Bestuurslid Solar Physics Section van de European Physical Society

6.4. *Deelneming aan Organen van de Nederlandse Sterrekunde*

Bestuursleden Landelijke Werkgemeenschap Zon en Sterren

A.G. Hearn

J.R.W. Heintze, sekr.

C. Zwaan, vz

Commissie Landelijke Werkgemeenschap Zon en Sterren, leden

A.C. Brinkman

A.D. Fokker

W. de Graaff

A.G. Hearn

J.R.W. Heintze

P. Hoyng

C. de Jager

M. Kuperus

H.J.G.L.M. Lamers

C. Zwaan

Bestuurslid Landelijke Werkgemeenschap Interstellaire Materie

H.G. van Bueren

Sektie Sterrekunde Academische Raad

T. de Groot

C. de Jager, vz

H.J.G.L.M. Lamers

J. van Nieuwkoop, sekr.

C. Zwaan

Nationaal Comité Astronomie

C. de Jager, vz

J. van Nieuwkoop, sekr.

7. GEBOUWEN EN BEHUIZING; NIEUWBOUW; NIEUWE INSTRUMENTEN; COMPUTERGEBRUIK; REIZEN

7.1. *Huisvesting; nieuwbouw*

Dit onderdeel van het jaarverslag gewaagt telkenjare van de vrijwel onwerkbare situatie die is ontstaan voor de Vakgroep Sterrekunde en het Laboratorium voor Ruimte-Onderzie door het herhaalde uitstel van de zo noodzakelijke nieuwbouw. De huisvesting was 20 jaar geleden reeds geheel ongeschikt voor een experimenteel-wetenschappelijk laboratorium. In 1978 is deze zaak weer eens onder de aandacht gebracht van het College van Bestuur van de Rijks Universiteit van Utrecht, d.m.v. een gesprek met een delegatie van het Sterrekundig Instituut. Onderstaande notities dienden als grondslag voor dit gesprek. Van de kant van het Sterrekundig Instituut wordt ernstig de hoop uitgesproken dat thans de nieuwbouw op korte termijn verwezenlijkt kan worden.

Enkele notities n.a.v. de nieuwbouw Sterrekundig Instituut Utrecht

Historie

1958: In een speciale vergadering van het Subfaculteitsbestuur WNS wordt het bouwschema meegedeeld: na Wiskunde, Transitorium, komen voor de tweede ronde Natuurkunde, Sterrekunde, en het voor-kandidaatsgebouw. Aanvang bouw voorzien: 1965.

1963: Een 'Program van Eisen' wordt opgesteld, gereed: 1965.

1965: Bouwcurator Rupport belt: als nieuwe vestigingsplaats wordt fort Rhijnauwen voorgesteld. Heeft Sterrekunde bezwaar? Antwoord: nee, indien dit géén vertraging in de bouw betekent. Ruppert: geen sprake van vertraging. Sterrekunde: dàn akkoord.

1968: Eerste tekeningen gemaakt door Architektenbureau Wouda.

1969-1970: In wekelijkse besprekingen tussen een ambtenaar van HBH en personeel Sterrekundig Instituut wordt een nieuw 'Program van Wensen' opgesteld.

1971: Uit milieukringen komt bezwaar tegen Rhijnauwen (rapport Arnolds: 'Het Fort bij Rhijnauwen').

1975 of 1976: Universiteit reserveert 5 Mf op begroting voor verplaatsing Sterrekundig Instituut (blijkens een mededeling in het Universiteitsblad 'U').

1976-1977: Universiteit en Sterrekundig Instituut komen tot overeenstemming over een nieuwe vestigingsplaats.

1978: Vernomen wordt dat Sterrekunde niet voor 1982 aan de beurt komt!! Een reële datum wordt niet genoemd.

Konklusie

Reeds sedert 1959 wordt ons door de Universiteit het begin van de bouw gesteld op 5 jaar na dato. Is het te verwonderen dat de Sterrekunde zich, eufemistisch gesteld, in de steek gelaten voelt door de Universiteit?

Argumenten voor snelle verplaatsing

Het Sterrekundig Instituut is verspreid over 5 gebouwen in de binnenstad, Kanaleneiland en Uithof:

1. Zonnenburg 2
2. Servaas Bolwerk 11/12/13
3. Beneluxlaan 21 }
4. Churchilllaan 51 } op 4 km van Zonnenburg
5. Transitorium I }

Zeer nadelig is dat de verspreiding van de staf over drie gebouwen (1, 2, 3) onderling kontakt bemoeilijkt en de vruchtbare en stimulerende werking die uitgaat van gelijkgericht onderzoek in hetzelfde gebouw praktisch verhinderd. De remmende werking hiervan op de doelmatigheid en produktiviteit van het Instituut kan niet in getallen uitgedrukt worden, maar een bestendiging van de huidige situatie zal betekenen dat de kwaliteit van het onderzoek in het Instituur zonder enige twijfel sterk omlaag zal gaan.

Daarnaast:
Wetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd in gebouwen 1, 2, 3 (volgens bovenstaande nummering) die verouderd en daardoor totaal ongeschikt zijn (1, 2), respektievelijk niet voor wetenschappelijk werk gebouwd, en min of meer aangepast (3). Geraffineerd modern laboratoriumwerk van hoog kaliber is hier onmogelijk; dure rekenapparatuur en een beroemde automatische registreermachine staan in volslagen ongeschikte kelderruimten.

Voor optisch precisiewerk kon nergens in het Instituut, noch in de Uithof, plaats gevonden worden; tenslotte is een kelder ingericht in het huis van een van de personeelsleden, in Bilthoven.

Sedert 1968, toen Transitotium II werd gebouwd, zijn praktische waarnemingen door studenten op het daartoe speciaal gebouwde (1963) studentenplatform bij Trans I niet meer mogelijk door de lichtvloed. Deze waarnemingen worden nu maar weer gedaan op het dak van de Sterrewacht, waar ze eigenlijk in 1960 al onmogelijk waren.

Reeds vanaf ca. 1965, toen de laatste wetenschappelijke waarnemingsprogramma's uitgevoerd werden met de zonne-, respektievelijk sterkijkers op Zonnenburg, worden daar geen echte waarnemingen meer verricht: stadslicht, trillingen benadelen het werk; ingrijpende voorzieningen en moderniseringen van de bestaande verouderde apparatuur, respektievelijk belangrijke vernieuwingen van het instrumentarium werden sedert 1960 nagelaten in verband met het vooruit-

zicht op een spoedige verhuizing(!). Al jarenlang kunnen studenten niet of nauwelijks onderricht worden in moderne observationele technieken; instrumentele ontwikkelingen worden weer belemmerd.

Sterrewacht (Vakgroep Sterrekunde) en Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek; redenen voor samengaan

Reeds sedert 1961 krijgt de Universiteit een subsidie voor het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek, die in 1978 ca. 10 mƒ bedraagt. Het personeel omvat ca. 95 personen met daarnaast een half dozijn promovendus-plaatsen in een 'wisselformatie'. Dit Laboratorium is één van de grootste laboratoria voor ruimte-onderzoek in Europa; het werk hier verricht heeft internationale faam en draagt mede bij tot de goede naam van de Universiteit.

De kwaliteit van het werk zou echter duidelijk verbeteren door dagelijkse kontakten met de Sterrewacht, terwijl anderzijds het sterrekundig onderzoek van de toekomst steeds sterker gebruik zal maken van waarnemingen verricht met sterrekundige instrumenten in de ruimte: voor de vakgroep Sterrekunde is een nauwe binding, op de kortst mogelijke termijn, met het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek een levensnoodzaak.

Voorkomen moet worden dat door een afwachtende houding van de Utrechtse Universiteit een samengaan over enige tijd niet meer mogelijk is.

7.2. *Aanschaf van nieuwe instrumenten*

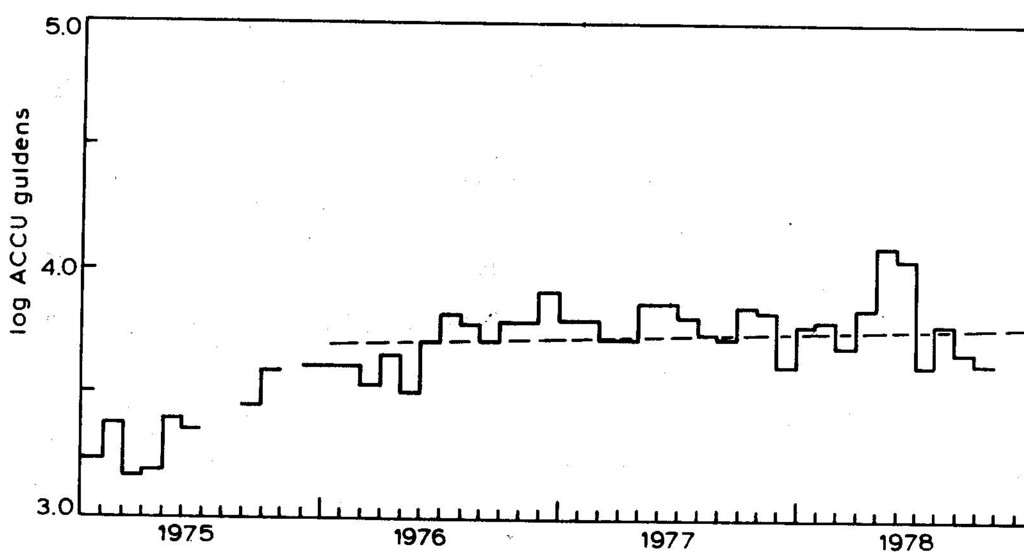
In 1977 werden de volgende grote nieuwe instrumenten aangeschaft (kostprijs boven ƒ 20.000,=) bij het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek:

- Laser-lasapparaat type LKS 15
- Ultrasone reinigingsinstallatie model SFT 40
- Printronix printer type PTX 300 Compleet
- Vacuum column tape transport model 9000-3

7.3. *Computergebruik*

De groei van het computergebruik op het ACCU lijkt af te nemen (bijna konstant) (zie bijgevoegde grafiek). Sinds 1976 is dan ook weinig veranderd wat betreft het aantal personeelsleden dat gebruik maakt van het ACCU en aan de konfiguratie van de CYBER op het ACCU.

De samenstelling van de rekenapparatuur in het Instituut is dit jaar nauwelijks veranderd. Het zal echter in de naaste toekomst noodzakelijk zijn apparatuur te gaan vervangen door de hoge ouderdom. Hierbij wordt in eerste instantie gedacht aan een vervanging van de LRO-UT200 emulator.



7.4. *Buitenlandse reizen langer dan vier dagen*

A. Achterberg; Uppsala, Zweden; 6 - 12 augustus 1978: Fourth Regional Meeting in Astronomy.

T.E. d'Arnaud; Palestine, USA; 16 april - 12 mei 1978: BUSS lanceercampagne.

H.F. van Beek; Huntsville, Alabama, USA; 8 - 14 mei 1978: Investigator Working Group HXIS.

H.F. van Beek; San Diego, USA; 21 - 30 augustus 1978: HXIS experiment.

H.F. van Beek; Greenbelt, Md, USA; 4 - 11 november 1978: HXIS experiment.

A.J.F. den Boggende; Innsbrück, Oostenrijk, 29 mei - 4 juni 1978: COSPAR Symposium.

L. van den Brink; Palestine, USA; 10 april - 5 mei 1978: BUSS lanceercampagne.

L. van den Brink; Palestine, USA, 22 mei - 6 juni 1978: BUSS lanceercampage.

A.C. Brinkman; Innsbrück, Oostenrijk; 30 mei - 4 juni 1978: COSPAR Symposium.

H.G. van Bueren; München, Duitsland; 13 - 18 december 1978: Texas Symposium on Relativistic Astrophysics.

G. van Dijen; Washington, DC, USA; 2 - 19 februari 1978: S410 experiment.

G. van Dijen; Washington, DC, USA; 20 maart - 12 april 1978: S410 vibratietest.

C. van Dijkhuizen; Birmingham, Engeland; 3 - 7 april 1978: HXIS testen.

A.D. Fokker; Toulouse, Frankrijk, 6 - 10 maart 1978: Workshop Solar Radio Bursts.

W. de Graaff; Innsbrück, Oostenrijk; 29 mei - 11 juni 1978: COSPAR Symposium.

E.H.B.M. Gronenschild; Erice/Innsbrück, Italië/Oostenrijk; 16 mei - 3 juni 1978: zomerschool, resp. COSPAR Symposium.

K. van Hal; Birmingham, Engeland; 6 - 10 november 1978: HXIS experiment.

A.G. Hearn; Canada + USA; 24 mei - 11 juni 1978: IAU Symposium 83.

J.R.W. Heintze; Ausserbinn, Zwitserland, 20 - 27 juli 1978: Sterfotometer.

J.R.W. Heintze; Ausserbinn, Zwitserland, 28 september - 3 oktober 1978: Sterfotometer.

J.R.W. Heintze; Ausserbinn, Zwitserland; 17 - 22 oktober 1978: Sterfotometer.

J.R.W. Heintze; Ausserbinn, Zwitserland; 14 - 19 december 1978: Sterfotometer.

J. Heise; Innsbrück, Oostenrijk, 30 mei - 7 juni 1978: COSPAR Symposium.

J. Heise; München, Duitsland, 13 - 22 december 1978: Texas Symposium on Relativistic Astrophysics.

R. Hoekstra; Palestine, USA; 2 - 14 april 1978: BUSS lanceercampagne.

R. Hoekstra; Palestine, USA, 3 - 25 mei 1978: BUSS lanceercampagne.

R. Hoekstra; Trieste, Italië; 2 - 8 juli 1978: COSPAR en 4th International Colloquium on Astrophysics.

P.W. Hoogendoorn; Ausserbinn, Zwitserland, 14 - 23 december 1978: Sterfotometer.

A. van der Horst; Birmingham, Engeland; 8 - 14 januari 1978: HXIS röntgentesten.

A. van der Horst; Birmingham, Engeland; 11 - 16 december 1978: HXIS experiment.

P. Hoyng; Boulder, USA; 13 - 18 februari 1978: SMM-IWG vergadering.

P. Hoyng; Huntsville, Alabama, USA, 9 - 14 mei 1978: SMM-IWG vergadering.

H. Hubenet; Lagos, Nigeria, 25 juli - 18 augustus 1978: International School for Young Astronomers.

K.A. van der Hucht; Las Cruces/Houston, USA; 6 - 23 november 1978: Projekt BUSS.

J. Imhof; Birmingham, Engeland; 2 - 7 april 1978: testen van HXIS experiment.

C. de Jager; Parijs, Frankrijk; 6 - 10 maart 1978: Program Committee COSPAR.

C. de Jager; Innsbrück, Oostenrijk; 27 mei - 11 juni 1978: COSPAR Symposium.

C. de Jager; Athene, Griekenland; 18 - 30 september 1978: General Assembly Int. Council Scientific Unions.

C. de Jager; Spitzingsee, Duitsland; 9 - 13 oktober 1978: X-ray Conference.

C. de Jager; Freiburg, Duitsland, 1 - 4 november 1978: Colloquium on Solar Fine Structures.

T.M. Kamperman; Palestine, USA; 16 april - 12 mei 1978: BUSS lanceer-campagne.

T.M. Kamperman; Palestine, USA; 25 mei - 10 juni 1978: BUSS lanceer-campagne.

T.M. Kamperman; Trieste, Italië; 30 juni - 8 juli 1978: 4th International Colloquium on Astrophysics.

A. Kattenberg; Toulouse, Frankrijk; 4 - 11 maart 1978: Second European Solar Meeting.

P. van Kralingen; Birmingham, Engeland; 8 - 14 januari 1978: HXIS röntgentest.

M. Kuperus; Los Angeles/Boulder, USA; 18 - 26 februari 1978: Panel of NCAR.

M. Kuperus; Toulouse, Frankrijk, 6 - 11 maart 1978: Highlights in Solar Physics.

M. Kuperus; London/Oxford, Engeland; 14 - 20 mei 1978: Uitwisseling hoogleraren Engeland - Nederland.

M. Kuperus; Orsay, Frankrijk; 5 - 10 juni 1978: Workshop Solar Flare Physics.

M. Kuperus; Boulder/Laramie/Santafé, USA; 1 - 20 juli 1978: Skylab Workshop Colloquium, bezoek Dr. Kopp.

J.M.E. Kuijpers; Toulouse, Frankrijk; 7 - 11 maart 1978: Second European Solar Meeting.

H.J.G.L.M. Lamers; Boulder, USA; 1 juli 1977 - 31 januari 1978: Visiting Fellow JILA.

H.J.G.L.M. Lamers; Boulder/Vancouver, USA/Canada; 24 april - 8 juni 1978: BUSS lanceercampagne; IAU Symposium 83.

H.J.G.L.M. Lamers; Madrid, Spanje, 7 - 13 september 1978: IUE waarnemingen.

M. van der Linden; Palestine, USA; 24 april - 3 juni 1978: BUSS lanceercampagne.

P. Lowes; Greenbelt, Md, USA; 2 - 14 januari 1978: S410 detektoren.

P. Lowes; Greenbelt, Md, USA, 14 - 22 augustus 1978: S410 detektoren.

A.G.W. Maas; Parijs, Frankrijk, 19 - 24 februari 1978: Projekt BUSS.

A.G.W. Maas; Palestine, USA; 2 - 23 april 1978: BUSS lanceercampagne.

A.G.W. Maas; Palestine, USA; 22 mei - 7 juni 1978: BUSS lanceercampagne.

W. Mels; Birmingham, Engeland; 6 - 11 november 1978: HXIS experiment.

R. Mewe; Florence, Italië; 10 - 16 juni 1978: Workshop Astrophysical Winds.

R. Mewe; Innsbrück, Oostenrijk; 30 mei - 5 juni 1978: COSPAR Symposium.

R. Mewe; Wrocław en Warschau, Polen; 22 september - 6 oktober 1978: Visit to Copernicus Astronomical Center.

W.A. Muysert; Birmingham, Engeland; 6 - 10 november 1978: HXIS experiment.

O. Namba; Innsbrück, Oostenrijk; 27 mei - 3 juni 1978: COSPAR Symposium.

H. Nieuwenhuijzen; Chili, 21 juni - 23 juli 1978: Waarnemingen 512-kanaals (sub)mm ontvanger.

H. Nieuwenhuijzen; Genève, Zwitserland; 23 - 30 september 1978: 5th European Forth Users Meeting.

K. Nieuwesteeg; Birmingham, Engeland; 6 - 22 november 1978: HXIS experiment.

K. Nieuwesteeg; Birmingham, Engeland; 7 - 29 december 1978: HXIS experiment.

J. van Nieuwkoop; Toulouse, Frankrijk; 5 - 11 maart 1978: Workshop en Colloquium.

J. van Nieuwkoop; Helsinki, Finland; 30 juli - 9 augustus 1978: XIXth General Assembly URSI.

P. van Rens; Birmingham, Engeland; 9 - 17 november 1878: HXIS experiment.

G.C.M. Reijnen; Genève, Zwitserland, 12 - 19 maart 1978: United Nations Legal Subcommittee.

J.J. van Rooijen; Washington, DC, USA; 2 - 14 januari 1978: Metingen detektoren S410.

J.J. van Rooijen; Orlando, USA; 3 juli - 20 augustus 1978: Lanceercampagne S410.

J.J. van Rooijen; San Francisco, USA; 3 - 10 december 1978: S410 experiment.

R. Rutten; USA; 1 januari - 2 oktober 1978: Verblijf in de USA.

R. Rutten; Freiburg/Florence, Duitsland/Italië; 1 - 11 november 1978: Workshop 'Small Scale Motions on the Sun'.

R. Rutten; Parijs, Frankrijk; 9 - 15 december 1978: Observatoire de Meudon.

J. Schrijver; Innsbrück, Oostenrijk; 30 mei - 5 juni 1978: COSPAR Symposium.

E. Schrijvers; Germantown, USA; 15 februari - 13 maart 1978: S410 thermisch vacüumtest.

E. Schrijvers; Florida, USA; 2 juli - 16 augustus 1978: S410 lanceercampagne.

H. van de Stadt; Jungfraujoch, Zwitserland; 1 - 20 april 1978: SHIRA metingen.

G.A. Stevens; Pasadena, USA; 20 - 25 mei 1978; Solar Science Workshop.

Z. Svestka; Denver, USA; 13 - 18 februari 1978: SMM-IWG vergadering.

Z. Svestka; Parijs, Frankrijk, 6 - 10 maart 1978: COSPAR bespreking.

Z. Svestka; Oslo, Noorwegen, 13 - 18 augustus 1978: Discussion on Prominences.

Z. Svestka; Innsbrück, Oostenrijk; 1 - 9 juni 1978: COSPAR Symposium.

Z. Svestka; USA; 6 - 30 november 1978: Bezoek diverse laboratoria.

P. van Tend; Toulouse, Frankrijk, 6 - 11 maart 1978: Second European Solar Meeting.

P. van Tend; Oslo, Noorwegen; 14 - 18 augustus 1978; IAU Colloquium 44.

F. Verbunt; München, Duitsland; 13 - 20 december 1978: 9th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics.

F. van Vliet; Jungfraujoch, Zwitserland; 1 - 28 april 1978: Submm heterodyne metingen.

F. van Vliet; Tenerife, Spanje; 9 - 18 november 1978: Waarnemingen op golflengte van 845 µm.

G. van Voorst; Ausserbinn, Zwitserland; 14 - 23 december 1978: Sterfotometer.

C. Zwaan; Toulouse, Frankrijk; 3 - 12 maart 1978: Workshop 'Instrumentation'.

C. Zwaan; Freiburg/Florence, Duitsland/Italië; 1 - 11 november 1978: Colloquium 'Small Scale Motions on the Sun'.

8. WETENSCHAPPELIJKE VOORDRACHTEN IN 1978

A.J.F. den Boggende -(mede namens R. Mewe) ANS: Evidence for soft X-ray emission from the binary HR976 - 21th COSPAR meeting, Innsbrück, Oostenrijk; 1 juni 1978.

A.D. Fokker - Nadenken over Sterrekunde - Nederlandse Astronomenclub; 6 januari 1978.

A.D. Fokker - How noise storms became known to us - Toulouse, Workshop on Type I solar radio bursts; 6 maart 1978.

E.H.B.M. Gronenschild - The Cygnus Loop as observed by ANS - Erice; 16 mei 1978.

E.H.B.M. Gronenschild - ANS X-ray observations of radio supernova remnants - Erice; 16 mei 1978.

E.H.B.M. Gronenschild - The Cygnus Loop as observed by ANS - Innsbrück; 1 juni 1978.

C.J.T. Gunsing - (mede namens H. Nieuwenhuijzen) Kursus FORTH - Utrecht; 10 april 1978.

R. Hoekstra - Basis solutions and new techniques in high-resolution astronomical spectrometry - Trieste, Italië; 3 juli 1978.

R. Hoekstra - ISM-onderzoek in het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek te Utrecht - Leiden; 20 oktober 1978.

R. Hoekstra - Meetinstrumenten voor het Ultraviolet Spektraalgebied - GROC Symposium, Utrecht; 23 november 1978.

P. Hoyng -(mede namens Th. van Grunsven) - Versnelling van elektronen door sterke Langmuir turbulentie - Utrecht; 14 maart 1978.

P. Hoyng -(mede namens Th. van Grunsven) Versnelling van elektronen in sterke plasmaturbulentie - Utrecht; 30 maart 1978.

P. Hoyng - De afbeeldende Röntgenspektrometer aan boord van de Solar Maximum Mission - Vlieland; 18 mei 1978.

P. Hoyng - Electron acceleration processes in flares - Culham, UK; 2 augustus 1978.

P. Hoyng - Approaches to first stage acceleration in flares - Bangalore, India; 21 november 1978.

P. Hoyng - Approaches to first stage acceleration in flares - Bombay, India; 27 november 1978.

C. de Jager - Stellar coronae - Spitzingsee, Duitsland; 10 oktober 1978.

C. de Jager - Global development in space research - Innsbrück, Oostenrijk; 6 juni 1978.

C. de Jager - Polarisatie in α Betelgeuse - Vlieland; 6 mei 1978.

C. de Jager - K.O. Kiepenheuer, 1910 - 1975 - Freiburg, Duitsland; 3 november 1978.

J. Jakimiec - (mede namens R. Mewe en J. Schrijver) Calculations of the Mg XII line intensities for non-stationairy flare plasma - 9th Consultation on Solar Physics, Wrocław, Polen; 26 september 1978.

T.M. Kamperman - (mede namens H.J.G.L.M. Lamers, R. Hoekstra, C. de Loore, L. Houziaux, Y. Kondo, J.L. Modisette en T.H. Morgan) - New observations with the BUSS instrument - 4th Colloquium on Astrophysics, Trieste, Italië; 6 juli 1978.

H.J.G.L.M. Lamers - Mass loss from early type stars - Leiden; 8 februari 1978.

H.J.G.L.M. Lamers - Modelling of UV resonance lines - Vancouver, Canada, IAU Symposium 83; 5 juni 1978.

H.J.G.L.M. Lamers - The warm wind model - Vancouver, Canada, IAU Symposium 83; 6 juni 1978.

H.J.G.L.M. Lamers - Mass loss and evolution of hot stars - Madrid, Spanje; 13 oktober 1978.

R. Mewe - (mede namens J. Heise) ANS: Detection of soft and hard X-rays from the vicinity of SS Cygni - 21th COSPAR meeting, Innsbrück, Oostenrijk; 1 juni 1978.

R. Mewe - Stellar coronae. Evidence for their existence from X- and UV observations - Workshop Astrophysical Winds, Florence, Italië; 12 juni 1978.

R. Mewe - Some remarks about the modelling of stellar coronae and winds in early type stars in connection with crucial observations - Workshop Astrophysical Winds, Florence, Italië; 14 juni 1978.

R. Mewe -(mene namens J. Schrijver) Calculated X-ray line spectra around 2 and 3 Å from a transient plasma under solar flare conditions - 9th Consultation on Solar Physics, Wrocław, Polen; 26 september 1978.

R. Mewe - Stellar coronae. Evidence for their existence from X- and UV observations - Warschau, Polen; 3 oktober 1978.

C. Rapley -(mede namens R. Mewe en J. Schrijver) Computed X-ray spectra from a plasma under transient solar flare conditions - SMM Workshop on flare research, Ann Arbor, USA; 16 november 1978.

G.C.M. Reijnen - Statement on behalf of COSPAR to the United Nations committees on the peaceful uses of outer space - Genève, Zwiserland; 20 maart 1978.

G.C.M. Reijnen - Space law and the use of nuclear power in outer space - Dubrovnik; 8 oktober 1978.

J.J. van Rooijen -(mede namens A. Balogh, R.J. Hynds, G.A. Stevens, V. Domingo, T.R. Sanderson en K.-P. Wenzel) Evidence for magnetospheric proton bursts. First results from the low energy proton experiment on ISEE-3 - San Francisco, USA, 4 december 1978.

J. Schrijver -(mede namens R. Mewe) Computed X-ray spectra from a plasma under transient solar flare conditions. Discussions on atomic physics relative to the Solar Maximum Mission (SMM) - Londen, UK; 14 december 1978.

G.A. Stevens -(mede namens J.J. van Rooijen, Z. Svestka en C. de Jager) Low energy protons: Gradients in Interplanetary space and distribution in the solar corona - Solar Probe Science Workshop, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA; 22 mei 1978.

Z. Švestka -(et al.) An analysis of the system of post-flare loops on July 29, 1973 - IAU Colloquium 44, Oslo, Noorwegen; 17 augustus 1978.

Z. Švestka - Prominence and solar activity (Report of Team 4) - IAU Colloquium 44, Oslo, Noorwegen; 18 augustus 1978.

Z. Švestka -(mede namens D.M. Rust) Slowly-moving disturbances in the X-ray corona - IAU Colloquium 44, Oslo, Noorwegen; 15 augustus 1978.

Z. Švestka -(et al.) X-ray analysis of the 29 July 1973 flare - AAS meeting at Madison, USA; 28 juni 1978.

Z. Švestka - The Solar Maximum Year - AAS meeting in Ann Arbor, USA; 14 november 1978.

Z. Švestka -(et al.) The post-flare loop system of 29 july 1973 - AAS meeting in Ann Arbor, USA; 15 november 1978.

Z. Švestka - Filament disruptions and flares - University of California, San Diego, USA; 21 november 1978.

Z. Švestka - Filament disruptions and flares - University of California, Los Angeles, USA; 27 november 1978.

9. PUBLIKATIES VERSCHENEN IN 1978

A. Balogh, G. van Dijen, J. van Genechten, J. Henrion et al.: 1978 - The low energy proton experiment on ISEE-C - IEEE Trans. Geoscience Electronics, GE-*16*, 176.

J.A.M. Bleeker, J. Davelaar, A.C. Brinkman, J. Heise et al.: 1978 - Observation of the ultra soft X-ray spectrum of HZ43 - Astron. Astrophys. *69*, 145,

K.S. de Boer and H.J. Lamers: 1978 - Interstellar depletion of Fe, Mn and Mg derived from S observations of 67 stars - Astron. Astrophys. *69*, 327.

A.J.F. den Boggende, R. Mewe, E.H.B.M. Gronenschild et al.: 1978 ANS: X-rays from the direction of the Orion nebula (M42) - Astron. Astrophys. *62*, 1.

A.J.F. den Boggende, R. Mewe, J. Heise et al.: 1978 - A soft X-ray source in the vicinity of the Am star HR976 - Astron. Astrophys. *67*, L29.

A.C. Brinkman: 1978 - Voorstellen voor astronomische experimenten in Spacelab - Ruimtevaart *27*, 297.

A.C. Brinkman, A.J.F. den Boggende, E.H.B.M. Gronenschild et al.: 1978 - On the low energy X-ray absorption of the Coma, Virgo and Perseus clusters - Astron. Astrophys. *68*, 281.

A.C. Brinkman, R. Mewe, R.S. Pottasch en P. Wesselius: 1978 - Wetenschappelijke resultaten verkregen met de ANS - Ruimtevaart *27*, 133.

F.C. Bruhweiler, T.H. Morgan and K.A. van der Hucht: 1978 - Metastable states and mass loss in Be stars - Ap. J. *225*, L71.

H.G. van Bueren: 1978 - Explosies in het centrum van ons melkwegstelsel - Zenit *7/8*, 256.

H.G. van Bueren: 1978 - Recurrent outbursts from the nucleus of the galaxy - Astron. Astrophys. *70*, 707.

R.C. Catura, J.L. Culhane, C. de Jager et al.: 1978 - An imaging soft X-ray telescope for Spacelab - in: van der Hucht and Vaiana (eds) COSPAR: New instrumentation for space astronomy 247.

J.H. Dijkstra, L.J. Lantwaard and C. Timmerman : 1978 - X-ray transmission gratings - in: van der Hucht and Vaiana (eds) COSPAR: New instrumentation for space astronomy, 257.

W. de Graaff: 1978 - 20 jaar Pioneers in het zonnestelsel - Zenit *5*, 300.

W. de Graaff en C. de Jager: 1978 - De Siberische explosie van 1908 en de komeet van Encke - Zenit *7/8*, 360.

E.H.B.M. Gronenschild: 1978 - The Cygnus Loop as observed by ANS - Mem. Soc. Astron. Italian *49*, 553.

E.H.B.M. Gronenschild and R. Mewe: 1978 - Calculated X-radiation from optically thin plasmas. III. Abundance effects on continuum emission - Astron. Astrophys. Suppl. *32*, 283.

E.H.B.M. Gronenschild, R. Mewe, J. Heise et al.: 1978 - Evidence of X-ray emission from W44 - Astron. Astrophys. *65*, L9.

T. de Groot: 1978 - De rotatieperiode van komeet Donati - Zenit *10*, 383.

J. Heise, A.C. Brinkman, R. Mewe, A.J.F. den Boggende et al.: 1978 - X-ray observations with the astronomical Netherlands satellite ANS - in: R. Giacconi and R. Ruffini (eds): Physics and astrophysics of neutron stars and black holes, Enrico Fermi course LXV, Amsterdam, North Holland, 774.

J. Heise and R. Mewe: 1978 - Detection of soft and hard X-rays from the vicinity of SS Cygni - Abstract COSPAR Symposium X-ray astronomy, Innsbrück, 175.

J. Heise, R. Mewe, A.C. Brinkman et al.: 1978 - Detection of both soft and hard X-ray emission from SS Cygni with ANS - Astron. Astrophys. *63*, L1.

J. Heyvaerts, A. Kerdraon, A. Mangeney, M. Pick, C. Slottje: 1978 - Polarization and location of metric radiobursts in relationship with the emergence of a new magnetic field - Astron. Astrophys. *66*, 81.

J. Heyvaerts and M. Kuperus: 1978 - The triggering of plasma turbulence during fast flux emergence in the solar corona - Astron. Astrophys. *64*, 219.

R. Hoekstra: 1978 - Basic resolutions and new techniques in high-resolution astronomical spectrometry - in: High resolution spectrometry (ed. M. Hack), Trieste, 46.

R. Hoekstra: 1978 - Trends in observational UV stellar spectroscopy - in: van der Hucht and Vaiana (eds) COSPAR: New instrumentation for space astronomy, 47.

R. Hoekstra, T.M. Kamperman, C.W. Wells et al.: 1978 - Balloon-borne ultraviolet stellar echelle spectrograph - Appl. Opt. *17*, 604.

P. Hoyng: 1978 - Electron acceleration processes in solar flares - The SMM/Solar and atomic physics newsletter, oktober.

P. Hoyng, J.W. Knight and D.S. Spicer: 1978 - Diagnostics of solar flare hard X-ray sources - Solar Phys. *58*, 139.

A.M. Hubert-Delplace and K.A. van der Hucht: 1978 - The near-ultraviolet spectrum of the shell star ζ Tau (HD37202) - Astron. Astrophys. *67*, 399.

K.A. van der Hucht and G.S. Vaiana (eds): 1978 - COSPAR: New instrumentation for space astronomy - Oxford, Pergamon Press.

C. de Jager: 1978 - Excited cosmic plasmas - Astrophys. Space Sci. *55*, 147.

C. de Jager: 1978 - Nieuwe ontdekkingen in het ruimte-onderzoek - in: Planetarium, een lezingencyclus Planetarium Brussel.

C. de Jager: 1978 - Een sterrekijker op 35 000 km van de Aarde - Zenit *4*, 134.

C. de Jager: 1978 - The velocity field in the atmosphere of δ Cephei - Astrophys. Space Sci. *59*, 165.

C. de Jager: 1978 - Was de ster van Bethlehem een nova? - Zenit *12*, 447.

C. de Jager en R. Hoekstra: 1978 - De rol van Nederland in het ruimte-onderzoek - TNO-Project no. 6, 34.

C. de Jager en G. de Jonge: 1978 - Properties of elementary flare bursts - Solar Phys. *58*, 127.

C. de Jager, T.M. Kamperman and L. Neven: 1978 - Analysis of spectra of α CMi and α Cen A observed with the orbiting stellar ultraviolet spectrophotometer S59 in ESRO's TD1A satellite - Astrophys. Space Sci. *54*, 343.

J. Jakimiec, R. Mewe and J. Schrijver: 1978 - Calculations of the Mg XII line intensities for non-stationary flare plasma - Abstract 9th Consultation on solar physics, Wrocław, 31.

T.M. Kamperman: 1978 - Use of echelle and sec-vidicon for balloon UV spectroscopy. BUSS-Project - in: van der Hucht and Vaiana (eds) COSPAR: New instrumentation for space astronomy, 61.

T.M. Kamperman, H.J. Lamers, C. de Loore et al.: 1978 - New observations with the UV high resolution BUSS instrument - in: High resolution spectrometry (ed. M. Hack), Trieste, 622.

M. Kuperus: 1978 - De Zon in actie - Intermediair *14*, no. 22, p. 13

M. Kuperus and Z. Svestka: 1978 - The coronal active region and the preflare environment - in: Contexte coronal des éruptions solaires Paris, CNRS, 169.

J. Kuijpers: 1978 - Nobelprijs voor Penzias en Wilson - NTN B44 125.

J. Kuijpers: 1978 - Pulsed acceleration in solar flares - Astron. Astrophys. *69*, L9.

H.J. Lamers, E.A. Müller and F. Llorente de Andrés: 1978 - Line blocking in the near ultraviolet spectrum of early type stars. I. Observed line blocking factors for 132 stars - Astron. Astrophys. Suppl. *32*, 1.

H.J. Lamers and J.B. Rogerson, Jr.: 1978 - The expanding envelope of τ Sco (B0 V) - Astron. Astrophys. *66*, 417.

H.J. Lamers and Th. P. Snow, Jr.: 1978 - Ionization conditions in the expanding envelopes of O and B stars - Ap. J. *219*, 504.

H.J. Lamers, R. Stalio and Y. Kondo: 1978 - A study of mass loss from the mid-ultraviolet spectrum of α Cygni (A2 Ia), β Orionis (B8 Ia), and η Leonis (A0 Ib) - Ap. J. *223*, 207.

R. Mewe and J. Schrijver: 1978 - Heliumlike ion line intensities. I. Stationary plasmas - Astron. Astrophys. *65*, 99.

R. Mewe and J. Schrijver: 1978 - Heliumlike ion line intensities. II. Non-stationary plasmas - Astron. Astrophys. *65*, 115.

R. Mewe and J. Schrijver: 1978 - Heliumlike ion line intensities. III. Results - Astron. Astrophys. Suppl. *33*, 311.

R. Mewe and J. Schrijver: 1978 - Calculated X-ray line spectra around 2 and 3 Å from a transient plasma under solar flare conditions - Abstract 9th Consultation on solar physics, Wrocław, 32.

R.L. Moore, D.L. McKenzie, Z. Svestka and K.G. Widing: 1978 - The thermal X-ray plasma - in: Proceedings of the Skylab Solar Workshop on Solar Flares, chapter 8, Big Bear Solar Observatory Publ. no. 180.

O. Namba: 1978 - Pluto heeft een maan - Zenit *7/8*, 269.

O. Namba: 1978 - Rijp bij de Viking Lander 2 - Zenit *2*, 52.

O. Namba: 1978 - Synthese kleurenfotografie van de planeten - Zenit *10*, 354.

G.D. Nelson and A.G. Hearn: 1978 - A line driven Rayleigh-Taylor-type instability in hot stars - Astron. Astrophys. *65*, 223.

D.R. Nicholson, M.V. Goldman, P. Hoyng and J.C. Weatherall: 1978 - Nonlinear Langmuir waves during type-III solar radio bursts - Ap. J. *223*, 605.

J.T. Nolte, M. Gerassimenko, A. Krieger, Z. Svestka et al.: 1978 - X-ray analysis of the 29 July 1973 flare - Abstract Bull. Amer. Astron. Soc. *10*, 457.

G.C.M. Reijnen: 1978 - Op weg naar een internationaal ruimte-agentschap? - Spaceview *8*, 5.

G.C.M. Reijnen: 1978 - De val van Cosmos-954 en zijn juridische gevolgen - Zenit *6*, 216.

G.C.M. Reijnen: 1978 - Address to the Legal subcommittee of the United Nations Committee on peaceful uses of outer space - Genève, Zwitserland. COSPAR Information Bulletin nr. 82, August.

G.C.M. Reijnen: 1978 - Position of international organizations in the corpus iuris spatialis - in: Proceedings of the twentieth colloquium on the law of outer space. International Institute of Space Law of the International Astronautical Federation, 422.

R. Rutten: 1978 - Empirical NLTE analysis of solar spectral lines. II. The formation of the Ba II λ 4554 resonance line - Solar Phys. *56*, 237.

R.J. Rutten en J.E. Geuzebroek-Frederik: 1978 - Natuurkunde van de Zon en planeten - Onderwijspakket, Utrecht, Stichting De Koepel.

A. Schadee: 1978 - On the Zeeman effect in electronic transitions of diatomic molecules - J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer *19*, 517.

A. Schadee: 1978 - Unique definitions for the band strength and the electronic-vibrational dipole moment of diatomic molecular radiative transitions - J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer *19*, 451.

J. Schrijver, A.C. Brinkman, J. Heise et al.: 1978 - A short-lived transient X-ray source at high galactic latitude - Astron. Astrophys. *69*, L1.

P. Simon and Z. Svestka: 1978 - Second circular letter on the flare build-up study - mei.

P. Simon and Z. Svestka: 1978 - Third circular letter on the flare build-up study - december.

C. Slottje: 1978 - Millisecond microwave spikes in a solar flare - Nature *275*, 520.

R.E. Stencel and K.A. van der Hucht: 1978 - Lines in the 2736 - 3303 Å spectrum of Arcturus - Ap. J. Suppl. *38*, 29.

G.A. Stevens, J.J. van Rooijen, Z. Svestka and C. de Jager: 1978: - Low energy protons: gradients in interplanetary space and distribution in the solar corona - in: Proceedings Solar Probe Workshop, Pasadena, CA, 234.

Z. Svestka: 1978 - Achieve solar part of the flare build-up study - oktober.

W. van Tend: 1978 - A model for solar flare energy build-up - in: Contexte coronal des éruptions solaires, Paris, CNRS, 227.

W. van Tend and M. Kuperus: 1978 - Development of a coronal electric current system in active regions and its relation to filaments - Solar Phys. *59*, 115.

F. Verbunt: 1978 - Big bang - Folio Civitatis, 25 november, *8*.

F. Verbunt: 1978 - Het waarnemen van zwarte gaten I - Zenit *9*, 316

F. Verbunt: 1978 - Het waarnemen van zwarte gaten II - Zenit *11*, 420.

F. Verbunt: 1978 - Het waarnemen van zwarte gaten III - Zenit *12*, 458.

C. Zwaan: 1978 - Magnetic structures in photospheres of Sun and Stars - in: The Sun, a tool for stellar physics, Mem. Soc. Astron. Italiana *48*, 525.

C. Zwaan: 1978 - On the appearance of magnetic flux in the solar photosphere - Solar Phys. *60*, 213.

Interne publikaties

A. Achterberg - Energy spectrum of electrons accelerated by weak mhd turbulences - augustus 1978.

A.A. van Ballegooyen - Positieve bepaling met de interferometer te Dwingeloo - 1978.

A. van de Berg - Stochastische versnelling van deeltjes in één dimensie - oktober 1978 (IVRO-109)

W. Boland - Stralingstransport voor moleculaire lijnstraling van circumstellaire schillen - maart 1978.

A.C. Brinkman, A.J.F. den Boggende, E.H.B.M. Gronenschild, J. Heise, R. Mewe, J. Schrijver - On the low energy X-ray absorption of the Coma, Virgo and Perseus clusters - januari 1978 (LRO-10)

A.B. Dieters - Collimatorplaten van Hard X-ray Imaging Spectrometer - maart 1978 (IVRO-106).

G. van Dijen - Vaste stof beeldopnemers (Image Sensors) - november 1978 (IVRO-110).

A. Duijveman - De thermische instabiliteit in de corona - maart 1978.

R. Gathier - Een holle kathode lichtbron als UV-golflengte standaard - januari 1978 (IVRO-107).

E.H.B.M. Gronenschild - X-ray observations of some radio supernova remnants by ANS - september 1978 (LRO-12b).

E.H.B.M. Gronenschild - X-ray observations of the Cygnus Loop by ANS - oktober 1978 (LRO-13)

E.H.B.M. Gronenschild, R. Mewe, J. Heise, A.J.F. den Boggende, J. Schrijver, A.C. Brinkman - Evidence of X-ray emission from W44 - maart 1978 (LRO-11)

F.R. Klinkhamer - The canals of Mars and Mars nowadays - 1978.

G.R.W. Quispel - Stralingsdruk in ζ Puppis - maart 1978 (IVRO-108).

J. Schrijver, A.C. Brinkman, J. Heise, A.J.F. den Boggende, E.H.B.M. Gronenschild, R. Mewe - A short-lived transient X-ray source at high galactic latitude - augustus 1978 (LRO-12a)

J. Stollman - De stralengang in een bewegend refractief medium - februari 1978.

Dissertaties

A. Greve - High resolution UV observations and the formation of the solar Mg II resonance lines - Utrecht, 13 september 1978; dr. C. Zwaan.

K.A. van der Hucht - On hot and cool stars, spectroscopic investigations in the ultraviolet - Utrecht, 6 september 1978; prof.dr. C. de Jager.

W.J. Weber - The dynamics of coronal magnetic structures; a numerical analysis of coronal magnetic field evolution in the presence of large gradients - Utrecht, 16 januari 1978; prof.dr. M. Kuperus en dr. B. van Leer (co-referent).